

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II**



**DOTTORATO DI RICERCA IN CONSERVAZIONE DEI BENI ARCHITETTONICI ED AMBIENTALI**

**XXIV CICLO**

**Coordinatori: Prof. Arch. Stella Casiello (fino a ottobre 2010)**

**Prof. Ing. Aldo Aveta (da novembre 2010)**

**PER UN RESTAURO “SOSTENIBILE”**

**CONSERVAZIONE E MIGLIORAMENTO ENERGETICO NEL CENTRO STORICO DI PIAZZA**

**ARMERINA**



**Tutors: Prof. Arch. Antonella Cangelosi**

**Prof. Arch. Gianluigi De Martino**

**Dottoranda: Arch. Angela M. Savia**

**In copertina:**

In alto a destra veduta del centro storico di Piazza Armerina; in basso uno scorcio del quartiere Monte; Casa Glauber Bolzano, prima e dopo l'intervento; Ufficio del turismo ad Ales, Lione.



## INDICE

<b>Premessa .....</b>	<b>4</b>
<b>Introduzione alla ricerca.....</b>	<b>7</b>
<b>Capitolo Primo.....</b>	<b>17</b>
<b>1. Introduzione al concetto di sostenibilità.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1. Le strategie e i riferimenti normativi in ambito europeo .....</b>	<b>24</b>
<b>1.2. La situazione italiana: quadro normativo sull'efficienza energetica degli edifici, ambiti di intervento, gradi di applicazione ed esclusioni.....</b>	<b>30</b>
<b>1.2.1. La risposta delle Regioni .....</b>	<b>38</b>
<b>1.3. La situazione normativa sull'efficienza energetica in merito agli edifici tutelati e ai centri storici .....</b>	<b>48</b>
<b>Capitolo Secondo .....</b>	<b>53</b>
<b>2. La sostenibilità e i modi del costruire.....</b>	<b>54</b>
<b>2.1. La sostenibilità del nuovo .....</b>	<b>56</b>
<b>2.1.1. Clima e progettazione bioclimatica .....</b>	<b>58</b>
<b>2.1.2. La sperimentazione di nuovi materiali per un restauro sostenibile: tecniche d'intervento a confronto .....</b>	<b>61</b>
<b>2.1.3. Analisi di alcuni interventi di miglioramento energetico .....</b>	<b>73</b>
<b>2.1.3.1. Interventi di miglioramento attraverso l'uso del fotovoltaico .....</b>	<b>106</b>
<b>2.2 La sostenibilità dell'antico.....</b>	<b>117</b>
<b>Capitolo Terzo.....</b>	<b>123</b>
<b>3. Il quartiere "Monte" di Piazza Armerina (Enna): caratteristiche del caso studio e ragioni di una scelta .....</b>	<b>126</b>
<b>3.1. Inquadramento storico, urbano e morfologico del quartiere e dell'isolato scelto..</b>	<b>134</b>
<b>3.1.1. Le caratteristiche climatiche ed ambientali.....</b>	<b>133</b>
<b>3.1.2. La conoscenza dell'isolato attraverso il rilievo .....</b>	<b>146</b>
<b>3.1.3. Il sistema costruttivo, i materiali e le tecniche tradizionali. ....</b>	<b>150</b>
Schede di rilievo dell'isolato.....	166
Schede sulle unità edilizie .....	167
<b>3.2. Verifica a scala dell'edificio scelto e indagini strumentali. ....</b>	<b>244</b>
Rilevo dell'edificio .....	247
<b>3.2.1. Scelta del software per la simulazione del comportamento energetico: limiti e difficoltà. ....</b>	<b>251</b>
<b>3.2.2. Calcolo del fabbisogno energetico dell'edificio .....</b>	<b>259</b>
<b>3.2.3. Considerazioni sui risultati ottenuti.....</b>	<b>265</b>
<b>3.2.4. Criteri di valutazione degli interventi .....</b>	<b>272</b>

Schede di calcolo strumentale .....	275
Sintesi dei grafici di valutazione per l'elemento copertura a falda.....	276
Sintesi dei grafici di valutazione per l'elemento copertura a terrazza.....	308
Sintesi dei grafici di valutazione per l'elemento muratura esterna .....	347
Sintesi dei grafici di valutazione per l'elemento solaio contro-terra .....	386
Sintesi dei grafici di valutazione per l'elemento serramento esterno .....	383
<b>Capitolo Quarto</b> .....	384
<b>4. Indirizzi per un restauro sostenibile. Principi e criteri metodologici</b> .....	385
<b>4.1. Linee guida per il miglioramento energetico negli interventi di conservazione dei centri storici : Il caso studio</b> .....	393
<b>Conclusioni</b> .....	410
<b>Bibliografia</b> .....	417
<b>BIBLIOGRAFIA GENERALE SULLA SOSTENIBILITÀ</b> .....	418
<b>BIBLIOGRAFIA SPECIFICA</b> .....	419
Materiali e sostenibilità .....	419
Architettura del nuovo e sostenibilità.....	419
Patrimonio edilizio e sostenibilità .....	420
Paesaggio e sostenibilità .....	422
<b>Conservazione, restauro e sostenibilità</b> .....	422
Impiantistica , intervento sul costruito e sostenibilità .....	427
Normativa, linee guida e sostenibilità.....	428
Interventi di miglioramento energetico sul costruito .....	429
<b>BIBLIOGRAFIA PER IL CASO STUDIO:</b> .....	431
Studi su Piazza Armerina:.....	431
Studi sulle tecniche costruttive in Sicilia: .....	432
<b>Sitografia:</b> .....	434

## Premessa

La sfida per un ambiente costruito sostenibile non può sottrarsi al confronto con il vastissimo campo delle costruzioni esistenti. Qualificati contributi hanno ormai dimostrato la sostanziale convergenza di interessi e di finalità fra la cultura conservativa e l'approccio sostenibile alla costruzione, in termini di valutazione della compatibilità dei materiali e delle soluzioni costruttive, di attenzione alla reversibilità degli interventi, di interesse per la salvaguardia dell'esistente.

La tesi affronta la questione del rapporto fra conservazione e sostenibilità a partire dal caso studio del quartiere Monte a Piazza Armerina. Sulla base di un puntuale esame delle normative di settore e della più recente riflessione sull'argomento, vengono in primo in primo luogo discussi ed individuati i criteri e le metodologie per affrontare il tema dell'efficientamento energetico del costruito esistente. L'applicazione sul caso studio è stata svolta mediante l'analisi del tessuto edilizio del quartiere e delle sue trasformazioni e la verifica del comportamento energetico dell'edilizia storica presente. L'individuazione di possibili soluzioni tecniche (sia alla scala architettonica che a quella micro-urbana), viene discussa criticamente valutando i risultati in termini di miglioramento complessivo delle prestazioni energetiche, di compatibilità sul piano conservativo (come rispetto dei caratteri materici, strutturali e morfologici dell'edificio), di possibile reversibilità. Le indicazioni provenienti dalla verifica applicativa hanno costituito la base per la proposta di direttive e linee guida di intervento che coniughino le esigenze della conservazione con quelle dell'efficientamento energetico dell'edilizia storica.

## Obiettivi

Coniugare le esigenze del restauro con quelle della sostenibilità non significa soltanto rispondere ad una sempre più pressante esigenza del nostro presente, ma aprire nuove vie alla lettura, comprensione e conservazione di quella «stratificazione ambientale» che il costruito storico rappresenta.

Il concetto di riduzione del consumo di energia promosso dalle Direttive Europee è stato rivolto quasi esclusivamente al settore delle nuove costruzioni ponendo l'evidente rischio, stimolato anche dalle logiche del mercato, di una indiscriminata trasposizione di criteri, parametri e soluzioni progettuali pensate per le nuove costruzioni o per la riqualificazione dell'edilizia di più recente costruzione nell'ambito delle costruzioni tradizionali, con esiti incompatibili con i valori culturali di cui tale patrimonio è depositario. Il presupposto di fondo della ricerca sta nell'assunto che un intervento sul costruito che voglia coniugare il tema dell'efficienza energetica con quello della tutela dei beni storico-architettonici, non

può risolversi in azioni rivolte esclusivamente all'efficientamento energetico, ma deve necessariamente passare attraverso il riconoscimento del Bene Culturale come essa stessa risorsa non rinnovabile, per il quale la conservazione materiale diviene obiettivo primario nel processo di salvaguardia del valore di autenticità.

Interfacciare questi finora distinti ambiti di ricerca risulta indispensabile per la definizione di strategie e protocolli operativi in grado di indirizzare l'intervento verso soluzioni rigorosamente conservative, ma compatibili sotto il profilo della sostenibilità.

Obiettivo primario della ricerca risulta essere, quindi, l'approfondimento della questione della conservazione dell'architettura storica condotta anche attraverso sistemi eco-compatibili, con specifico riferimento alle più recenti esperienze nazionali ed europee. A questo si aggiunge la volontà di ricercare, potenziare e valorizzare adeguatamente le capacità bioclimatiche intrinseche al manufatto storico.

### **Metodologia**

L'inquadramento del tema, con esplicito riferimento alle riflessioni che sono state avviate nell'ambito disciplinare del restauro, ha richiesto la definizione preliminare di alcuni concetti e definizioni a cui ancorare i criteri e le metodologie di intervento.

L'esperienza maturata in settori contigui dell'intervento sul costruito (da quello della sicurezza sismica a quello del superamento delle barriere architettoniche) ha indirizzato la più sensibile riflessione verso la mutuaione di concetti e criteri in grado di favorire la ricerca di soluzioni compatibili con le esigenze della conservazione. Si tratta, quindi, di utilizzare questi concetti riprendendo i percorsi e le metodologie che discipline affini hanno seguito nel tentativo di assecondare le specifiche qualità ed i livelli di prestazione che contraddistinguono l'edilizia storica, senza stravolgerne il comportamento per il soddisfacimento di standard concepiti per la costruzione del nuovo.

### **Risultati**

1. Comprensione dei valori di sostenibilità esistenti nell'architettura del passato negli ambiti territoriali esaminati con particolare riferimento alle tecniche costruttive della Sicilia centro-orientale.
2. Esplorazione delle relazioni tra metodi di intervento adottati nel passato e ancora oggi condivisibili, per una "conservazione sostenibile" degli edifici storici.

3. Approfondimento e verifica di interventi nei quali l'obiettivo del miglioramento delle prestazioni energetiche risulti coerente con quello della conservazione del manufatto storico.
4. Redazione di un quadro di indirizzi di riferimento, riconducibili a "linee-guida" miranti, per il quadro italiano, a conciliare le ragioni della conservazione dei manufatti storici e dei contesti antichi con quelle della sostenibilità ambientale.
5. Proposta di possibili interventi di miglioramento energetico applicati al caso studio con valutazione dei diversi scenari in relazione alle esigenze di conservazione dell'autenticità materica dell'edificato.

## Introduzione alla ricerca

Il tema della ricerca ha richiesto un inquadramento iniziale del concetto di sostenibilità e del ambito culturale in cui tale tematica si è sviluppata. L'esame dello stato dell'arte ha dimostrato la grande attualità della questione a livello internazionale, ma anche l'assenza di una elaborazione teorica complessiva, e quindi la necessità di una serie di approfondimenti svolti guardando ad esperienze e buone pratiche italiane e straniere. Il primo periodo della ricerca è stato utile per inquadrare il tema in generale e dall'angolatura particolare attraverso una attenta ricognizione bibliografica, presso varie sedi universitarie e scientifiche di carattere nazionale, iniziata dapprima esaminando la letteratura esistente in materia di sostenibilità e di risparmio energetico, attingendo prevalentemente alla produzione sviluppata negli ambiti del recupero edilizio e della progettazione bioclimatica, per rendersi conto, successivamente, della carenza di letteratura nel campo della conservazione che affronti la tematica del risparmio energetico e della sostenibilità negli interventi di restauro.

Dall'esame della letteratura esistente, per la stesura di uno stato dell'arte sulla sostenibilità, è emerso come tale questione necessiti di un approccio globale che, oltre a considerare le norme per le nuove costruzioni, chiami in causa il decisivo contributo del patrimonio edilizio esistente. Da circa due decenni, dunque, la letteratura di settore ha iniziato ad occuparsi del miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici esistenti attraverso interventi di recupero. Tuttavia molto spesso le proposte non tengono sufficientemente conto delle specificità dell'edificato storico e tendono a trasporre in modo indifferenziato al cantiere di restauro pratiche sperimentate nel cantiere del nuovo o nel cantiere di recupero. La ricostruzione di un aggiornato stato dell'arte, in ambito europeo, si è realizzata attraverso l'esplorazione di diversi filoni tematici di ricerca riguardanti finora i seguenti ambiti di studio: la sostenibilità nel recupero edilizio, la sostenibilità nella costruzione del nuovo, la sostenibilità nel restauro e la dimensione normativa della sostenibilità.

La prima fase della ricerca bibliografica si è concentrata di necessità, in considerazione a quanto detto prima, sulla letteratura di settore disponibile prevalentemente negli ambiti del recupero edilizio e della progettazione bioclimatica, in cui la questione è da più tempo al centro della riflessione; sono state analizzate criticamente le ricerche recenti, privilegiando, come già detto, l'opzione conservativa quale punto di osservazione e verificando, di volta in volta, la possibilità di comporre le esigenze conservative del

restauro con le proposte di miglioramento delle prestazioni energetiche messe in campo nelle singole esperienze.

Nell'organizzazione della bibliografia esistente un capitolo parallelo è costituito dalle ricerche sull'innovazione tecnologica nel campo della sostenibilità energetica e, com'è naturale, in questo caso la letteratura è particolarmente orientata al settore della costruzione del nuovo. Ciò nondimeno, è sembrato opportuno effettuare un giro di orizzonte sullo stato delle ricerche, anche al fine di verificare la possibilità di trasporre criticamente alcune tecnologie al settore dell'intervento sugli edifici storici. A tal fine, oltre alla ricognizione sulla letteratura esistente, si è portata avanti anche l'indagine sulle materiotecche e sugli archivi tecnologici che propongono materiali innovativi eco-compatibili.

Tema centrale dello studio è stato quello specifico del rapporto fra sostenibilità e restauro, tanto dal punto di vista della riflessione teorica, quanto dal punto di vista delle esperienze realizzate. Dalla documentazione reperita emerge come dato inconfutabile il fatto che il tema della sostenibilità nel restauro risulti sostanzialmente trascurato nella letteratura di carattere nazionale dove, a meno di contributi isolati (sebbene particolarmente incisivi), non si riscontrano ancora studi organici di rilievo. Per contro, in ambito europeo, anche in forza delle direttive emanate nel 2002, ora aggiornata e sostituita dalla direttiva 2010/31/CE<sup>1</sup>, si registrano interessanti risposte in termini di sensibilizzazione alla questione, tradotte nell'avvio di una serie di programmi di ricerca multidisciplinari focalizzati sull'obiettivo del miglioramento energetico per il patrimonio culturale.

Particolare attenzione è stata prestata, pertanto, alla ricostruzione del quadro normativo, con un'analisi comparata fra la legislazione italiana e quella europea, necessariamente interconnesse. Dalla disamina delle direttive e delle norme emanate emerge con chiarezza come la questione della sostenibilità sia stata finora affrontata solo dal punto di vista dell'ottimizzazione dei consumi e senza un approccio sistemico alla questione.

Parallelamente è rilevabile come i provvedimenti normativi, pur avvertendo (seppur implicitamente) la necessità di una specifica regolamentazione per l'edilizia storica, siano riusciti a formulare solo un sistema di deroghe, più o meno estese, che

---

<sup>1</sup> Direttiva europea 2002/91/CE del 16 dicembre 2002, n. 91 del Parlamento europeo e del Consiglio sul rendimento energetico nell'edilizia, pubblicata sulla G.U.C.E.L del 4 gennaio 2003, la quale è stata recentemente revisionata e sostituita dal 1° gennaio 2012 dalla Direttiva europea 2010/31/CE del 19 maggio 2010.

consentono solo agli edifici monumentali di *by-passare* il problema, consegnando, di fatto, un patrimonio edilizio "minore" di straordinaria qualità ed estensione a processi di trasformazione non controllata o governata solo dalla pura logica del contenimento dei consumi energetici.

Dal riscontro sulla letteratura e sulla normativa esistenti è emersa la necessità di affrontare, in sede teorica e, di conseguenza, in fase applicativa, alcuni nodi problematici del rapporto fra sostenibilità e conservazione, qui di seguito sinteticamente elencati:

- l'edificio storico da "assemblaggio" di componenti a "sistema" di valori;
- la logica prestazionale riferita all'edificio come sistema;
- la declinazione degli standards per il "miglioramento" energetico degli edifici storici.

In sintesi si sono evidenziate queste problematiche come trasversali nell'ambito del progetto per i centri storici, laddove nuove necessità facciano sorgere il conflitto tra esigenze di conservazione e trasformazione. Di fondamentale importanza per comprendere l'attualità del tema e la necessità di approfondimenti teorici al riguardo sono stati alcuni viaggi studio, effettuati tra la fine del primo anno e l'inizio del secondo anno di ricerca, presso le sedi universitarie di Genova, Firenze e Milano, in cui si è avuta la possibilità di confronto con diversi studiosi<sup>2</sup> che si stanno occupando dell'intervento di restauro nell'ottica della sostenibilità.

Chiusa questa fase introduttiva, la fase di studio successiva si è concentrata sulla ricognizione degli esempi di interventi di miglioramento energetico sull'esistente, sia sul

---

<sup>2</sup> Si è avuta la possibilità di confronto e condivisione dei risultati ottenuti dalla ricerca in corso con l'architetto Rita Vecchiattini, componente del gruppo di ricerca guidata dal prof. Stefano Musso del Dipartimento Scienze per l'Architettura presso l'Università di Genova; con l'architetto Maurizio De Vita, docente di restauro presso la Facoltà di Architettura di Firenze, il quale sta affrontando il tema della sostenibilità nella città storica al quale ha recentemente dedicato un convegno dal titolo "Città storica e sostenibilità" tenutosi il 17 marzo 2009; con il Prof. Stefano Della Torre, ordinario di Restauro dei Monumenti presso il Dipartimento di Scienze e Tecnologie dell'Ambiente Costruito - Building & Environment Science & Technology - BEST, da molti anni impegnato nell'approfondimento del tema del miglioramento energetico negli edifici storici; con l'ing. Matteo Mariotti e l'arch. Maria Elena Corrado, membri del Centro di Ricerca CITERA (Territorio, Edilizia, Restauro e Ambiente) della Sapienza Università di Roma di cui è direttore il prof. Livio De Santoli, con i quali si è avuto modo di approfondire la tematica dello sfruttamento dell'energia solare tramite l'inserimento di schermature e pannelli fotovoltaici.

La tematica dell'uso dei pannelli fotovoltaici su edifici storici è stata oggetto di un saggio, scritto insieme al prof. Gianluigi De Martino - componente del collegio docenti del Dottorato in Conservazione dei beni architettonici ed ambientali dell'Università Federico II di Napoli - e alla prof. Maria Rosaria Vitale - dell'Università degli studi di Catania - inserito all'interno degli Atti del workshop "Conservation/Transformation" tenutosi a Dublino dal 17 al 19 settembre 2009, dal titolo *The sustainability of 'ancient': historic architecture between needs of conservation and energy innovation*.

In relazione all'approfondimento su Piazza Armerina, è stato possibile avvalersi del contributo di un gruppo di ricerca formato dagli arch. Giuseppe Mazzeo e Sonia Colletta nello studio delle tecniche costruttive tradizionali del centro storico piazzese.



costruito storico che sull'edilizia degli ultimi decenni. In particolare, per quanto riguarda la situazione in Italia, la politica di grande incentivazione fiscale - iniziata con la Finanziaria 1998<sup>3</sup> e confermata, dopo un decennio, dalla recente Finanziaria 2009<sup>4</sup>, la quale introduce la detrazione fiscale del 55% per la riqualificazione energetica degli edifici - ha fatto sì che negli ultimi anni gli interventi sul costruito siano stati concentrati soprattutto sulla questione energetica, o almeno abbiano approfittato del suddetto regime fiscale per riqualificare il patrimonio esistente responsabile dei maggiori consumi energetici e delle emissioni.

Un'attenta opera di selezione dei casi di intervento sul costruito storico attraverso siti, riviste e testi, ha condotto, purtroppo in maggioranza, a risultati deludenti poiché, malgrado si riportino titoli riguardanti "il recupero energetico" - "il miglioramento energetico" - "la riqualificazione energetica" e sinonimi vari, si tratta in realtà di interventi di integrale sostituzione (di infissi, di coperture); di inserimenti di sistema a cappotto esterni; di applicazione di un sistema di pannelli solari sulla copertura o sulle ante degli infissi, etc..., tutte operazioni che modificano notevolmente i caratteri materici e strutturali dei manufatti storici. In tutti questi casi, l'istanza di miglioramento dell'efficienza energetica non è stata in grado di confrontarsi con l'istanza di conservazione del patrimonio edilizio che, nel migliore dei casi, ha mantenuto apparentemente il suo valore "estetico", perdendo in termini di integrità materica e quindi di autenticità. Dall'analisi di alcuni di questi casi è stato possibile delineare un quadro delle problematiche ricorrenti nell'ambito dell'intervento di efficientamento energetico, stimolando la riflessione sulle soluzioni trovate e sulle possibili alternative a quelle realizzate.

Parallelamente alla ricerca dei singoli casi a scala architettonica, è stata effettuata un'indagine a scala urbana su altre esperienze applicative e su progetti di ricerca realizzati o in corso di realizzazione in ambito europeo, per tentare di comporre un quadro coerente nel quale la ricostruzione del dibattito teorico-critico sulla sostenibilità si affianchi ad una rassegna di pratiche "virtuose" estratte da casi di studio rilevanti e significativi ai fini degli obiettivi conservativi. Sono stati presi in esame alla scala urbana i recentissimi interventi realizzati nel Comune di Vittorio Veneto (Treviso) in occasione del progetto pilota di recupero del centro storico, in collaborazione con l'ENEA (2009-2010),

<sup>3</sup> Per la Finanziaria 1998 si rimanda al Decreto Ministro delle Finanze 18 febbraio 1998, n. 41, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale 13 marzo 1998, n. 41

<sup>4</sup> Si rimanda al decreto 19 febbraio 2007; decreto 07 aprile 2008; decreto 06 agosto 2009, "Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio esistente".

per la messa a punto di una metodologia di intervento per il recupero sostenibile. La progettazione degli interventi sugli edifici del centro storico di Serravalle prevede un approccio che, tenendo conto dei valori storici, architettonici, artistici dei manufatti coinvolti, si propone di aumentare il suo valore di sostenibilità attraverso alcuni requisiti quali: l'uso e il riciclo di materiali di risulta da altri edifici; la "minimizzazione" dell'uso di energia massimizzando la resa degli impianti di climatizzazione; l'estensione dei tempi di vita dell'edificio.

Insieme a questo sono stati analizzati altri casi di interventi di recupero sostenibile di piccoli centri storici realizzati, nel corso degli anni più recenti, in Valle d'Aosta, nella provincia di Bolzano, nel centro storico di Reggio Emilia. La finalità dell'analisi sui casi presi in esame è duplice: da una parte la costituzione di un quadro aggiornato degli interventi realizzati in ambito europeo e, dall'altra, in stretta dipendenza, una verifica sulla efficacia degli interventi, sul comportamento degli edifici storici a seguito di un intervento di miglioramento energetico e sull'utilizzo di tecnologie innovative, elementi questi che possono particolarmente concorrere alla costruzione di linee-guida per un progetto di restauro "sostenibile".

Fase centrale della ricerca è stata quella che si è occupata dell'analisi dell'isolato del quartiere Monte di Piazza Armerina preso in esame come caso studio per la redazione delle *Linee guida per il miglioramento energetico negli interventi di conservazione sui centri storici*. Il carattere inedito del centro storico di Piazza Armerina – che, pur essendo poco studiato in relazione all'uso delle tecniche costruttive e dei materiali, si mostra altrettanto interessante per le sue peculiarità sia dal punto di vista storico-architettonico che ambientale - ha senz'altro finalizzato l'interesse verso l'analisi dei manufatti architettonici che compongono l'isolato oggetto dell'indagine. Lo studio delle tecniche e tecnologie tradizionali assume, infatti, un'importanza fondamentale nella scelta delle opportune soluzioni alle problematiche di miglioramento energetico negli edifici e nei centri storici. Per tale ragione un'importante fase della ricerca è stata quella che si è rivolta all'approfondimento sulle tecniche costruttive tradizionali in ambito siciliano, circoscrivendo l'area omogenea della Sicilia centro-orientale che non presenta ancora alcun riferimento bibliografico né alcuno studio specifico sull'argomento. In relazione a tale considerevole lacuna nella letteratura relativa all'ambito della provincia di Enna, la fase di approfondimento sulle tecniche costruttive tradizionali è stata affrontata con uno sguardo a scala regionale che fa tesoro dell'esperienza portata avanti dall'unità di ricerca del Prof. Francesco Tomaselli sull'Atlante Regionale delle tecniche costruttive tradizionali

(secc. XV-XIX) per la Sicilia, nell'ambito del programma di ricerca nazionale coordinato da Giuseppe Fiengo. Inoltre, particolare attenzione è stata data ai testi relativi agli studi in ambito catanese prodotti dal gruppo di ricerca dell'Istituto Dipartimentale di Architettura e Urbanistica dell'Università di Catania negli anni 80-90. Sono stati presi in considerazione, in aggiunta, le esperienze del Manuale del Recupero di Palermo e dei Codici di pratica per Ortigia. L'indagine ha inteso osservare sistematicamente, nell'area della Sicilia orientale, gli aspetti salienti dell'architettura di base, intesa come insieme di elementi portati dalla tradizione costruttiva in grado di connotare un contesto regionale, al fine di regolare la valorizzazione e la riutilizzazione in una direzione di sostenibilità.

A tal fine si è proceduto alla realizzazione di una serie di schede illustrative sulle tecniche costruttive presenti nell'area della Sicilia centro-orientale ed in particolare sulle apparecchiature murarie del centro storico di Piazza Armerina. Le operazioni di rilievo delle murature hanno condotto alla catalogazione di otto "famiglie" di apparecchiatura muraria delle quali si è evidenziata la tipologia del materiale lapideo, la presenza di ripianamenti, le caratteristiche dimensionali, gli strati di allettamento, etc. In questa fase, ci si è avvalsi anche di testi di carattere nazionale al fine di fare riferimento ad una metodologia di studio già consolidata<sup>5</sup>.

La fase di rilievo, per quanto riguarda il quartiere Monte, si è avviata sulla base del piano di recupero per il centro storico di Piazza Armerina redatto dal prof. Giuseppe Dato alla fine degli anni Novanta. L'isolato scelto per l'approfondimento, pur non avendo subito molte modifiche nel corso dell'ultimo decennio è stato, quasi per la gran parte, abbandonato dai residenti, per cui le operazioni di rilievo tecnologico che prevedevano l'accesso alle unità abitative oggetto dell'approfondimento sono state molto ostacolate. Dopo aver eseguito un primo rilievo alla scala architettonica di 1:200, si è proceduto ad una schedatura delle singole unità abitative che lo costituiscono e che risultano essere settanta. Ogni scheda riassume le caratteristiche architettoniche di ciascuna unità edilizia attraverso la relativa posizione planimetrica rispetto all'intero isolato, le piante dei vari livelli, i prospetti, le foto ed uno schema che ne descrive la tipologia edilizia<sup>6</sup>. L'operazione di schedatura ha permesso di approfondire la conoscenza sulle singole unità abitative ed

<sup>5</sup> Si fa riferimento ai testi di D. FIORANI, *Tecniche costruttive murarie medievali. Il Lazio meridionale*, Roma, 1996; C. VARAGNOLI, *La costruzione tradizionale in Abruzzo. Fonti materiali e tecniche costruttive dalla fine del Medioevo all'Ottocento*, Roma, 2008; G. FIENGO, L. GUERRIERO (a cura di), *Atlante delle tecniche costruttive tradizionali. Napoli terra di lavoro (XVI-XIX)*, Napoli, 2008.

<sup>6</sup> « Il termine "tipologia" significa studio dei "tipi" [...]. Pertanto la tipologia, intesa nell'accezione comune, come in quella specifica della storia della critica d'arte, considera gli oggetti della produzione nei loro aspetti formali di serie, dovuti ad una funzione comune od a una reciproca imitazione in contrasto con gli aspetti individuali». G.C. ARGAN, *Enciclopedia Universale dell'arte*, Firenze, 1966, vol. XIV, voce "Tipologia."

è stata fondamentale per la scelta del caso studio per la diagnosi energetica. Tale operazione ha inoltre consentito di individuare, alla scala dell'isolato, quelle unità abitative che, a seguito di interventi fortemente invasivi, hanno quasi completamente perduto il loro valore storico-testimoniale da poter essere considerate le maglie più "deboli" o zone di "labilità" del tessuto su cui innestare interventi di miglioramento energetico più "pesanti"<sup>7</sup>. La lettura complessiva del sistema aggregativo a questa scala ha inoltre permesso di individuare delle macro-unità su cui condurre interventi coordinati, recuperando dalla strumentazione urbanistica il concetto di "comparto". L'idea della creazione di comparti energetici, oggi in controtendenza rispetto al trend della autonomia della gestione impiantistica, favorisce la compensazione fra unità architettoniche con livelli di vincolo diversi e la ricerca di soluzioni più compatibili, nonché eventualmente più vantaggiose, ma difficilmente attuabili alla scala della singola unità immobiliare.

Nell'approfondimento dell'analisi a scala dell'isolato è stata scelta l'unità edilizia contrassegnata dal n. 22 che può essere considerata per caratteri, materiali e stato di conservazione, paradigma di una vasta casistica di edifici appartenenti al quartiere Monte nel centro storico di Piazza Armerina. Benché non rientri nei cosiddetti "edifici monumentali", l'edificio in questione può essere considerato un esempio significativo delle modalità di aggregazione edilizia e delle tecniche costruttive comunemente impiegate nelle costruzioni del centro storico piazzese. L'edificio, seppur si presenti come un blocco unitario, evidenzia due fasi costruttive significative: la prima, che include il piano terra e parte del primo piano, è riconducibile, nel suo assetto attuale, alla seconda metà dell'Ottocento (come anche denunciato dalla data "1869" incisa sul concio di chiave dell'arco di accesso) ed è frutto dei processi di crescita ed aggregazione delle unità elementari di primo impianto; la seconda fase, che riguarda parte del primo piano, il secondo ed il terzo, è riferibile agli anni Sessanta dello scorso secolo. La presenza di queste due fasi, e quindi la diversità di tecniche costruttive impiegate, ha permesso di effettuare un duplice ragionamento sulle possibili scelte progettuali da effettuare per il miglioramento energetico dell'intero edificio. Queste caratteristiche fanno dell'unità edilizia n. 22 un esempio interessante per la trasmissibilità e la diffusione dei dati riferiti nella ricerca. Per queste ragioni, l'edificio è stato utilizzato come esempio-tipo sul quale pensare di applicare le tecniche di miglioramento energetico selezionate; valutare la loro efficacia; calcolare il miglioramento dell'efficienza energetica ottenibile verificando

---

<sup>7</sup> Si veda *Efficienza energetica*, cit. L. De Santoli discute di «zone di invarianza» e di «labilità».

soprattutto la compatibilità degli interventi con le istanze della conservazione. Il manufatto è stato scomposto in tutte le sue parti, analizzandolo dal punto di vista costruttivo, tecnologico, materico e geometrico, in modo tale da creare un database di informazioni che permettesse la sua piena conoscenza, delle sue caratteristiche e della sua risposta energetica delle sue componenti. Questa base iniziale è stata implementata con tutte le informazioni e i dati tecnici derivanti dall'analisi specifica degli interventi possibili, creando così una serie di indicazioni aggiuntive che hanno permesso la valutazione di ogni singolo intervento nel dettaglio e all'interno di opportune schede specifiche.

Completato il rilievo dell'interno e acquisiti i dati relativi alle tipologie e alle dimensioni degli infissi, degli spessori murari e dei solai, alle caratteristiche materiche e formali dei vari elementi architettonici, si è passati alla fase strumentale che si è avvalsa del contributo scientifico di studiosi del settore per le operazioni di verifica e controllo delle condizioni energetiche dell'edificio. In questa fase, di fondamentale importanza è stata la collaborazione di un esperto in ingegneria impiantistica per l'uso del software<sup>8</sup> di simulazione delle condizioni climatiche dell'edificio in esame. L'apporto di tale studioso alla ricerca, oltre a ribadire, ancora una volta, il carattere di interdisciplinarietà del restauro<sup>9</sup>, si ritiene contribuisca a dare un maggiore rigore scientifico nella fase di sintesi per l'obiettivi da raggiungere: la redazione delle linee guida.

Gli strumenti informatici di analisi e simulazione energetica degli edifici esistenti in commercio sono quasi esclusivamente concepiti per la progettazione del nuovo. Il loro utilizzo per la simulazione del comportamento energetico di un edificio esistente (ancor più se antico) presenta non poche difficoltà. Le maggiori limitazioni si riferiscono alla fase di immissione dei dati che diventa alquanto complessa se bisogna inserire spessori murari incostanti, altezze interne variabili, e ogni qualvolta si voglia sintetizzare quelle condizioni "anomale" proprie delle architetture storiche. L'aver riscontrato tali limiti ha permesso di evidenziare la rigidità dei software esistenti e la necessità che la ricerca informatica sia volta alla sperimentazione di software progettati per edifici esistenti e ancor più per edifici storici. Tenendo conto di tali criticità, per la simulazione del comportamento energetico effettuata per l'edificio oggetto dello studio si sono dovuti applicare dei puntuali correttivi.

Obiettivo di questa fase di studio è stato quello di individuare delle linee di indirizzo che, rispettando le istanze della conservazione, suggeriscano delle metodologie di intervento

<sup>8</sup> Software scelto per l'indagine *Namirial Clima2.1*. Esperto del software Ingegnere Francesco Randisi

<sup>9</sup> Come più volte sottolineato da S. BOSCARINO in *Sul restauro architettonico*. Saggi e note, Palermo 1999.

sull'edilizia storica al fine di migliorarne la sostenibilità energetico-ambientale. Si è di seguito proceduto alla graduale ricerca e definizione di un percorso metodologico ed operativo che consenta di guidare la realizzazione di interventi di miglioramento energetico compatibili con le peculiarità degli edifici storici. Così come la logica del miglioramento fa tesoro delle esperienze passate in campo di sicurezza degli edifici storici e di superamento delle barriere architettoniche, ugualmente si è cercato di tracciare un percorso metodologico anche nel campo del miglioramento energetico<sup>10</sup>.

Nel panorama delle Linee guida, oltre a quelle ministeriali<sup>11</sup> presentate nel marzo 2011 e in attesa di pubblicazione, un tentativo recente è stato fatto dalla regione Veneto attraverso il progetto A.T.T.E.S.S.<sup>12</sup>. L'impostazione metodologica di tale documento, seppur più vicina al panorama del recupero, si è rivelata un valido confronto nella fase di redazione guida degli indirizzi per il centro storico di Piazza Armerina.

Ogni edificio di valore storico impone già di per sé alcuni vincoli da rispettare sia nel caso di un intervento di restauro, che, ancor più, nel caso di miglioramento energetico. Tali vincoli non sono da considerare meramente restrittivi dal punto di vista delle operazioni da effettuare sull'edificio, bensì possono essere considerate come il binario entro cui impostare gli interventi di contenimento e miglioramento energetico. Riferirsi esclusivamente alla logica delle prestazioni<sup>13</sup> energetiche dell'edificio non può essere l'unica alternativa che ci permetta di valutare la condizione degli edifici in merito alla questione ambientale che sia in accordo con le tematiche della conservazione. Se da una parte ragionare sull'esistenza e sull'essenza di valori attribuibili al patrimonio culturale risulta anche piuttosto semplice, dall'altra, "misurare" quantitativamente e qualitativamente la rispondenza degli elementi architettonici a determinate prestazioni tecnologiche non è altrettanto semplice, anzi, non è detto che sia possibile. Data quindi la

<sup>10</sup> Su questa fase della ricerca, in merito ai risultati raggiunti a seguito dell'uso del software di controllo energetico sul caso studio riguardante parte del centro storico di Piazza Armerina è stato redatto un saggio dal titolo *"Conservazione e miglioramento energetico negli edifici storici: studi ed analisi preliminari sul quartiere Monte a Piazza Armerina"* scritto insieme alla prof. Maria Rosaria Vitale, per gli atti del seminario internazionale *"Rivitalizzazione dei Centri Storici del Mediterraneo"*, Siracusa 22 Marzo 2013.

<sup>11</sup> *Linee guida per l'uso efficiente dell'energia nel patrimonio culturale* promosse dal Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e redatte con l'intento di fornire indicazioni sia ai progettisti sia alle Soprintendenze per la valutazione e per il miglioramento della prestazione energetica del patrimonio culturale tutelato, con riferimento anche alle norme italiane in materia di risparmio energetico e di efficienza energetica degli edifici.

<sup>12</sup> Progetto pilota di recupero del centro storico di Serravalle a Vittorio Veneto con la collaborazione dell'Enea e il patrocinio del Metadistretto veneto della Bioedilizia e dei Beni culturali per la redazione delle Linee Guida A.T.T.E.S.S. (Edilizia storica e sostenibilità). *La qualità delle prestazioni energetico-ambientali nella manutenzione dell'edilizia storica*, 2010.

<sup>13</sup> Si veda A. CANZIANI, M. SCALTRITTI, *L'approccio prestazionale alla risorsa culturale*, in «Il progetto sostenibile», n. 22-23, 2009, pp. 22-27.

difficoltà di "tabellare" i valori e le criticità di un sistema architettonico da conservare, emerge la necessità di declinare in termini conservativi il concetto di prestazione per un edificio storico, tenendo conto che esso può subire nel tempo processi di fisiologico decadimento dei livelli di funzionalità (di materiali, strutture e impianti), ma non per questo deve essere soggetto a pratiche di sostituzione e rinnovamento. Se la sostituzione di un componente, infatti, potrebbe risultare necessaria ai fini prestazionali, secondo la visione dell'edificio come macchina, essa comporta inevitabilmente una diminuzione del valore culturale dell'edificio poiché ne determina una perdita di autenticità materiale<sup>14</sup>.

Sulla base dei principi conservativi così delineati, la ricerca ha previsto l'elaborazione di una metodologia, estendibile a tutto il territorio nazionale, attraverso la quale indirizzare i progettisti verso interventi di miglioramento energetico che minimizzino gli impatti sugli edifici esistenti nella logica della tutela dei sistemi di aggregati urbani dei centri storici e dei loro caratteri costruttivi.

---

<sup>14</sup> Sul concetto di autenticità materiale si veda F. CHOAY, *L'allegoria del patrimonio*, Roma 1995, pp. 171-189.

## ***Capitolo 1***

### ***Introduzione al concetto di sostenibilità***



## 1. Introduzione al concetto di sostenibilità

Il concetto di sostenibilità, proposto per la prima volta dal rapporto *Our Common Future* presentato nel 1987, dalla *World Commission on Environment and Development* (Wced), meglio noto come Rapporto Brundtland, e sancito dalla Conferenza mondiale su ambiente e sviluppo di Rio de Janeiro nel 1992, malgrado possa essere declinato ad aspetti economici, sociali, culturali, viene in questa sede riferito alle questioni ambientali in cui influisce sostanzialmente anche il settore delle costruzioni. La sostenibilità è incentrata sul miglioramento generalizzato della qualità della vita senza aumentare l'uso delle risorse naturali, a causa dell'impossibilità dell'ambiente di rinnovarle in modo infinito<sup>1</sup> a seguito delle ingenti variazioni climatiche che hanno colpito il nostro pianeta negli ultimi cinquanta anni. Recenti pubblicazioni delle agenzie specializzate di ONU ed UE hanno approfondito il tema dei cambiamenti climatici e delle loro conseguenze al fine di fare chiarezza su un tema che è ancora in grado di dividere l'opinione pubblica.

Nel *Fourth Assessment Report on climate change* del 2007, l'IPCC (*International Panel on Climate Change*<sup>2</sup>) riporta alcuni dati che descrivono le dinamiche ambientali in atto sull'intero pianeta. Il riscaldamento globale sta causando pian piano la scomparsa dei ghiacci perenni: lo scioglimento delle calotte polari provoca l'innalzamento del livello degli oceani che tra il 1993 ed il 2003 è stato mediamente di 3,1 mm all'anno<sup>3</sup>.

Certamente non tutti i Paesi possiedono analoghe capacità e possibilità per mettere in atto strategie di mitigazione ed adattamento alle modificazioni climatiche, considerando che spesso le aree in cui vi sono carenze di risorse economiche e tecnologiche per far fronte alle crisi coincidono con quelle in cui si realizzano i maggiori cambiamenti. Gli effetti dei cambiamenti riguardano anche l'Europa, dove si prevede, per il 2080, un aumento delle temperature medie compreso tra 2,1 e 4,4 °C. Anche l'Italia presenta le sue criticità in merito alle risorse idriche, con conseguenze sull'agricoltura, sull'ambiente marino costiero e sulle infrastrutture con riflessi sociali e sanitari notevoli,

<sup>1</sup> Si veda G. LONGHI, *Linee guida per una progettazione sostenibile*, Roma, 2003, p. 11.

<sup>2</sup> Ivi, p.26. L'IPCC è stato istituito nel 1988 dal WMO (World Meteorological Organization) ed UNEP (United Nations Environment Programme), due agenzie specializzate dell'ONU che si occupano rispettivamente dello stato dell'atmosfera terrestre e relative interazioni con il clima, con gli oceani e di conseguenza con la distribuzione delle risorse idriche, e dell'attività di informazione e di indirizzo delle forze politiche e delle risorse umane ed ambientali a livello locale e globale verso uno sviluppo sostenibile.

<sup>3</sup> Fonte: IPCC, *AR4 - Fourth Assessment Report on climate change*, 2009.

come illustrato dalla relazione preparata dall'VIII Commissione Ambiente<sup>4</sup>. Alle nostre latitudini, attualmente, può essere difficile figurarsi la reale portata degli effetti drammatici che i cambiamenti climatici potrebbero determinare.

Il fenomeno del riscaldamento globale esiste: è stata avanzata l'ipotesi che si tratti di fluttuazioni naturali, ma le ricerche effettuate da alcuni scienziati hanno dimostrato la

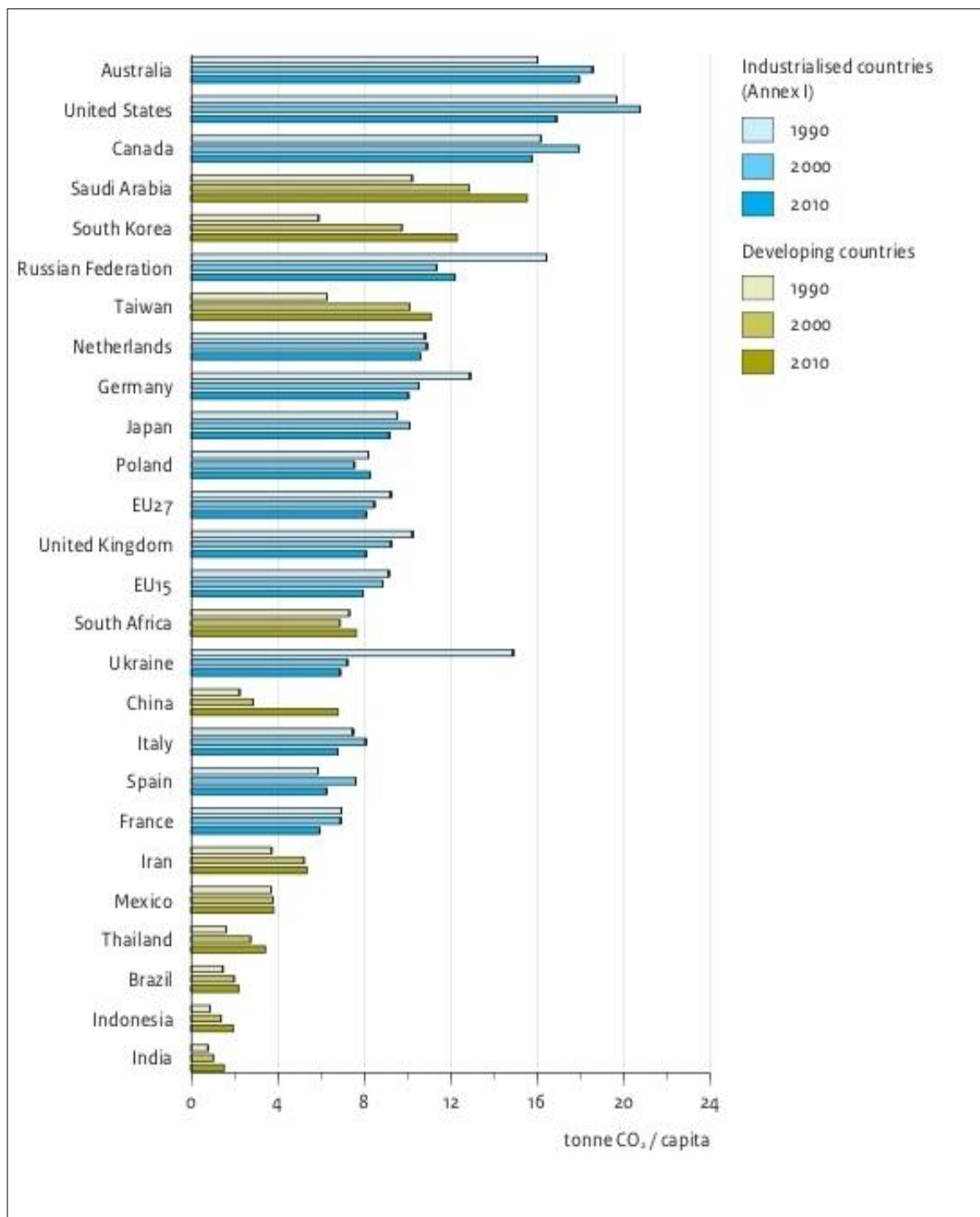


Grafico n. 1– Emissioni di CO<sub>2</sub> da combustibili fossili e la produzione di cemento (?) pro capite (Fonte: EDGAR 4.2)

<sup>4</sup> Camera dei Deputati, *Relazione della VIII Commissione Ambiente, territorio e lavori pubblici sulle tematiche relative ai cambiamenti climatici*, luglio 2007.

diretta responsabilità delle emissioni dovute alle attività umane che alterano il clima<sup>5</sup>.

Secondo le previsioni, se il consumo di energia fosse rimasto pari a quello del 1980, in un'ipotesi di crescita nulla, nel 2100 si sarebbe avuto un incremento di temperatura di 1°C; ad una crescita moderata sarebbe invece corrisposto un aumento compreso tra 1 e 2,5 °C ed ad una crescita rapida sarebbe seguito un aumento di 3-4 °C. L'aumento delle temperature sarebbe stato tanto più contenuto quanto più si fosse passati dall'uso di combustibili fossili a fonti di energia rinnovabile<sup>6</sup>. Purtroppo, negli ultimi decenni si è assistito ad una crescita rapida delle emissioni, mentre non si è verificato l'auspicato cambiamento delle fonti di reperimento dell'energia. Accertato che il riscaldamento del pianeta è un processo ormai irreversibile e di scala globale, si è reso necessario operare un confronto tra le organizzazioni internazionali per ufficializzare la condivisione della volontà di porvi rimedio, per quanto possibile. Si è cercato di individuare degli obiettivi comuni, da perseguire attraverso strategie di mitigazione e di adattamento, per cercare di contenere le conseguenze delle variazioni climatiche ed allo stesso tempo indirizzare gli orientamenti dei decisori politici, gli strumenti normativi e persino gli stili di vita della popolazione verso trasformazioni sostenibili<sup>7</sup>.

L'Organizzazione per le Nazioni Unite ha delegato l'IPCC (*International Panel on Climate Change*) di raccogliere la documentazione disponibile sui cambiamenti climatici, opportunamente verificata e scientificamente valutata, e di elaborare le stime degli impatti sui sistemi naturali e socio-economici, ai fini di fornire strumenti attendibili agli organi politici competenti per poter adottare opportune misure di intervento. Le pubblicazioni dell'IPCC hanno fornito un supporto decisivo per la stesura della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici. Quest'ultima è stata redatta in occasione del vertice dell'ONU tenutosi a Rio de Janeiro nel 1992, è entrata in vigore nel 1994 ed è stata ratificata da 192 paesi. Nel dicembre 2008 si è poi raggiunto un accordo di compromesso che ha consentito l'adozione, nei primi mesi del 2009, di un pacchetto di atti normativi riguardanti, rispettivamente, la promozione dell'energia da fonti rinnovabili, la definizione dell'ambito di applicazione del sistema comunitario per lo scambio di quote di emissione (*Emission Trading System ETS-UE*), lo stoccaggio geologico

<sup>5</sup> L'International Panel on ClimateChange stima che meno del 10% dell'incremento dell'effetto serra sia attribuibile a cause naturali. Fonte: Camera dei deputati, *Relazione della VIII Commissione ambiente, territorio e lavori pubblici sulle tematiche relative ai cambiamenti climatici*, luglio 2007.

<sup>6</sup> Fonte Nasa da <http://earthobservatory.nasa.gov>.

<sup>7</sup> Si veda: A. RONCHI, *Valutazione per la riqualificazione energetica sostenibile di un sistema insediativo storico. Il sito Unesco di Crespi d'Adda*, tesi di laurea a.a 2007-2008, relatore Gasparoli P., Politecnico di Milano.

di CO<sub>2</sub>, nonché la ripartizione degli sforzi cui ciascuno degli Stati membri deve far fronte affinché l'UE rispetti gli obiettivi di riduzione delle emissioni per il 2020.

A Copenaghen nel dicembre 2009 è stata rinnovata la Conferenza delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici in cui, partendo dal presupposto che il clima è una risorsa condivisa, sono state confermate azioni intergovernative per affrontare i problemi legati alle mutazioni climatiche. Le azioni promosse vanno dallo scambio delle informazioni su ricerche in corso, alla proposta di strategie attuabili a livello nazionale per adattarsi ai cambiamenti e mitigare le emissioni dei gas serra, fino alle iniziative di cooperazione internazionale per aiutare i paesi che non hanno sufficienti risorse economiche e tecnologiche per poter mettere in atto autonomamente delle strategie di difesa.

È importante definire la differenza le due categorie di strategie di azione proposte dall'UNFCCC<sup>8</sup>: la *strategia di mitigazione dei cambiamenti climatici* ha l'obiettivo di ridurre le cause antropiche dei cambiamenti ed, in particolare, le emissioni e l'accumulo di gas serra in atmosfera; la *strategia di adattamento ai cambiamenti climatici*, invece, ha l'obiettivo di minimizzarne le conseguenze negative sfruttando le opportunità generate dagli sviluppi della ricerca. La prima strategia ha trovato espressione nel Protocollo di Kyoto<sup>9</sup>, mentre la seconda dovrebbe giungere ad una attuazione nei prossimi anni; naturalmente si tratta di strategie complementari, per cui solo con una pianificazione integrata se ne possono sfruttare appieno le potenzialità.

Il Protocollo di Kyoto, adottato in occasione della terza COP (Conferenza delle Parti, l'organo decisionale della UNFCCC), raccoglie obiettivi e proposte per la riduzione delle emissioni climalteranti e, a differenza della Convenzione Quadro, è giuridicamente vincolante per i paesi che lo hanno ratificato. Nonostante sia stato adottato nel 1997, il Protocollo di Kyoto è entrato in vigore solo il 16 febbraio 2005 a causa delle prolungate resistenze di natura politica opposte da alcuni Stati alle misure da adottare per ridurre le emissioni. Perché divenisse attuativo, era necessaria la ratifica da parte di un numero di paesi le cui quote di emissioni, sommate, fossero superiori al 55% di quelle globali riferite ai dati del 1990; ciò fu possibile solo dopo anni, grazie alla ratifica da parte della Russia. Oggi sono 184 gli Stati che hanno ratificato il Protocollo e gli USA sono l'unico Stato altamente industrializzato ad aver firmato ma a non aver ancora compiuto questo passo. I vincoli imposti dal Protocollo consistono nella riduzione delle emissioni di elementi inquinanti in una misura non inferiore al 5,2% rispetto alle emissioni registrate nel 1990,

<sup>8</sup> United Nations Framework Convention on Climate Change, o UNFCCC.

<sup>9</sup> Convenzione Quadro delle Nazioni Unite, *Protocollo di Kyoto della Convenzione sui cambiamenti climatici*, Kyoto, 1997. Per il testo completo del protocollo di Kyoto: [www.cato.org/testimony/7ct-pm072998.html](http://www.cato.org/testimony/7ct-pm072998.html).

un obiettivo da raggiungere nel periodo 2008-2012. Le quote percentuali sono state diversificate tra i vari stati fin dal primo momento, in rapporto alle responsabilità delle singole nazioni sulle emissioni totali ed in base alle loro prospettive di sviluppo futuro<sup>10</sup>.

La condivisione degli obiettivi lascia comunque una certa libertà nella scelta delle strategie per il loro raggiungimento, in modo che l'adempimento degli obblighi possa essere perseguito nella maniera più semplice ed efficace secondo la struttura politico-economica dei diversi stati. Il Protocollo di Kyoto prevede un meccanismo "flessibile" per facilitare il raggiungimento degli obiettivi di mitigazione ed allo stesso tempo promuovere la cooperazione internazionale.

In questa situazione, il settore edilizio ha un ruolo chiave, dal momento che determina oltre il 50% del consumo finale di energia e circa il 40% dei rifiuti prodotti dall'uomo e produce emissioni di gas a effetto serra pari a circa un terzo del totale. La necessità di un approccio energetico più coerente con le problematiche ambientali risulta indispensabile sia in Europa che negli altri Paesi. Questa è la ragione principale per cui la Commissione Europea<sup>11</sup> ha promosso politiche energetiche ambientali specifiche e ha lanciato un numero di misure per migliorare l'efficienza energetica complessiva del settore edilizio, per ridurre l'uso di energia primaria e incrementare l'uso delle energie rinnovabili.

L'interpretazione del concetto di sostenibilità è cambiata in modo significativo negli ultimi decenni. All'inizio l'enfasi è stata data al controllo dei consumi di energia e ai modi per ridurre l'impatto sull'ambiente. In seguito, è stata data grande importanza agli aspetti tecnici della costruzione, quali la scelta dei materiali, dei componenti, di tecnologie e di aspetti della costruzione legati all'uso di energia. Oggi l'attenzione è posta soprattutto sugli edifici esistenti e sull'aumento delle prestazioni energetiche in termini di efficienza e durabilità.

<sup>10</sup> Le quote stabilite dall'Unione Europea per i paesi membri, ad esempio, andavano da una riduzione del 28% per il Lussemburgo ad un aumento del 27% del Portogallo; per l'Italia era prevista una riduzione del 6,5%.

<sup>11</sup> Direttiva europea 2002/91/CE del 16 dicembre 2002, n. 91 del Parlamento europeo e del Consiglio sul rendimento energetico nell'edilizia, pubblicata sulla G.U.C.E.L del 4 gennaio 2003, la quale è stata recentemente revisionata e sostituita dal 1° gennaio 2012 dalla Direttiva europea 2010/31/CE del 19 maggio 2010.

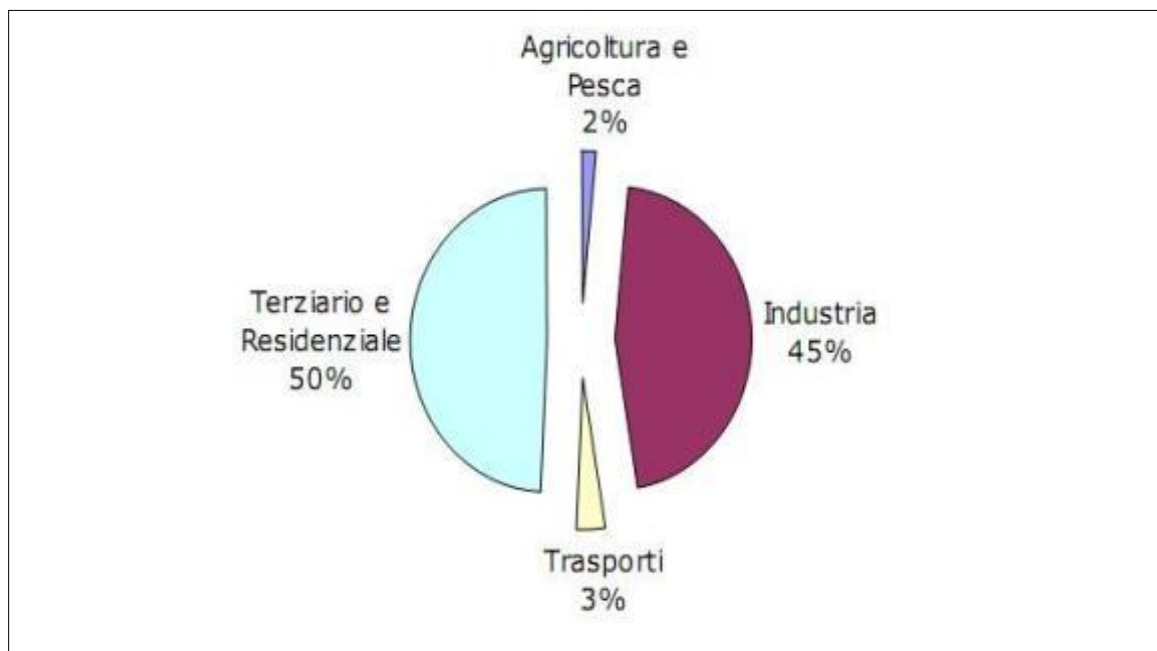


Grafico n. 2—Consumi di energia elettrica per settore di uso finale, Italia 2007 (Fonte Enea su dati MISE 2007)

### 1.1. Le strategie e i riferimenti normativi in ambito europeo

La cooperazione internazionale, nell'ambito dell'Unione Europea, si esprime attraverso l'ECCP, *European Climate Change Programme*: così come l'IPCC, anche questo organo ha la funzione di elaborare, a partire da dati esistenti, delle valutazioni finalizzate a fornire elementi utili all'elaborazione delle politiche energetiche comunitarie e nella definizione dei meccanismi di incentivazione. Auspicando «una nuova rivoluzione industriale che acceleri la transizione verso una crescita a basse emissioni di carbonio producendo, nel corso degli anni, un aumento spettacolare della quantità di energia locale a basse emissioni»<sup>12</sup>. Già nel marzo del 2007, infatti, L'ECCP aveva approvato un pacchetto di misure per la lotta al cambiamento climatico e la promozione delle energie rinnovabili, con il triplice obiettivo di ridurre le emissioni di gas serra del 20%, di migliorare l'efficienza energetica del 20% e di aumentare il livello di biocarburanti nei trasporti del 10%, il tutto entro il 2020. Nonostante l'obiettivo sia già molto ambizioso, l'Europa si è detta disposta ad innalzare al 30% la percentuale di riduzione delle emissioni nel caso in cui venga raggiunto un nuovo accordo internazionale di natura vincolante sui cambiamenti climatici, proposito disatteso nell'incontro del dicembre del 2010.

Attraverso l'attività dell'ECCP, l'UE sta oggi studiando le strategie di adattamento agli impatti dei cambiamenti climatici, privilegiando misure di dimensione comunitaria, con la possibilità di implementazione successiva a scala nazionale, regionale e locale. Per quanto riguarda le misure di mitigazione, la proposta di direttiva 20-20-2020 individua alcune strategie chiave, il cui costo complessivo è stato stimato pari allo 0,5% del PIL a livello globale<sup>13</sup>, da oggi fino al 2020. Le misure proposte possono essere sintetizzate in cinque punti:

1) attualizzazione del sistema di scambio delle quote di emissione, introducendo quote relative ad altri gas inquinanti oltre alla CO<sub>2</sub> e gestendo i piani di allocazione a scala europea per incrementare l'efficienza del sistema e stimolare il mercato, sostenendo inoltre azioni di mitigazione in paesi in via di sviluppo;

2) allargamento del sistema di controllo delle emissioni ad altri settori, quali l'agricoltura, l'edilizia, la gestione dei rifiuti ed il sistema dei trasporti, in particolar modo quelli aerei, per i quali è prevista una riduzione delle emissioni del 10% entro il 2020;

<sup>12</sup> Commissione delle Comunità Europee, *Comunicazione della Commissione al Consiglio Europeo e al Parlamento Europeo. Una politica energetica per l'Europa*, Bruxelles, 2007.

<sup>13</sup> N. STERN, *Stern Review on the economics of climatechange*, Nairobi, 2006.

3) rafforzamento della ricerca sulle tecnologie che sfruttano le energie rinnovabili per incrementarne la quota percentuale d'uso nei consumi finali di energia dall'attuale 8,5% fino al 20% previsto per il 2020; ad ogni stato è stata attribuita una diversa percentuale di riduzione, calcolata sommando ad una quota fissa di base un'altra quota in funzione del PIL;

4) incremento della produzione e dell'uso dei biocarburanti, sia di prima che di seconda generazione, senza compromettere la biodiversità;

5) incremento dell'efficienza energetica nei trasporti, negli edifici e nella produzione, grazie ad incentivi mirati e nuovi progetti di ricerca.

L'Europa, quindi, assume la questione energetica come una delle maggiori sfide del XXI secolo e si propone come leader nello sviluppo di strategie innovative<sup>14</sup> che consentano di raggiungere gli obiettivi stabiliti.

Le strategie per contrastare il cambiamento climatico proposte dalle organizzazioni di cooperazione internazionale e dalle istituzioni a scala comunitaria, nazionale e locale, vertono inevitabilmente attorno alle modalità di gestione delle risorse energetiche. Le misure adottate per contenere le emissioni vertono attorno al contenimento dei consumi ed all'incremento dell'uso di fonti rinnovabili, nell'ottica di un vero e proprio «cambio di opzione tecnologica»<sup>15</sup>.

La scelta degli investimenti o delle azioni da intraprendere per la riduzione della concentrazione dei gas che alterano il clima nell'atmosfera può seguire determinate strategie:

- 1) promuovere l'efficienza energetica;
- 2) favorire l'uso di fonti di energia rinnovabile anziché di combustibili fossili;
- 3) sviluppare le tecnologie per lo stoccaggio della CO<sub>2</sub> in giacimenti e pozzi esauriti, in filoni di carbone non sfruttabili perché troppo profondi o negli oceani;
- 4) investire sull'energia nucleare;
- 5) frenare il processo di deforestazione ed operare una riforestazione;

<sup>14</sup> Il CIP (Competitiveness and Innovation Framework Programme) costituisce la base giuridica degli interventi europei in materia di competitività ed innovazione; nell'ambito del 7° Programma Quadro dell'Unione Europea relativo al periodo 2007 – 2013 all'interno del CIP è stato proposto e finanziato un Programma specifico per "sostenere lo sviluppo di fonti energetiche sostenibili ed ecologiche, garantire l'approvvigionamento energetico e la competitività". [Settimo Programma quadro R&S (7°PQ), [www.cordis.europa.eu](http://www.cordis.europa.eu)] Oltre allo stanziamento di finanziamenti destinati alla promozione dell'efficienza ed alla ricerca sulle fonti rinnovabili, il programma dovrebbe contribuire a rimuovere le barriere di tipo non tecnico, per colmare il divario tra lo sviluppo delle tecnologie dell'energia innovativa e il loro effettivo utilizzo sul mercato, appoggiandone l'utilizzo attraverso attività di promozione e divulgazione. Il bilancio proposto per il CIP è di 4.212,6 milioni di euro.

<sup>15</sup> Si veda R. VIGOTTI, *Calore e freddo dalle rinnovabili? Si può fare...* in *Nuova energia* n. 6, 2007, pp. 48-51.



Le prime due strategie sono state scelte dall'Unione Europea come fulcro della propria politica energetica.

La nozione di "efficienza energetica"<sup>16</sup>, introdotta dalla normativa, può essere riferita a varie fasi del ciclo dell'energia<sup>17</sup> pur mantenendo un unico obiettivo: la riduzione delle emissioni che alterano il clima. Basterebbe, infatti, soltanto aumentare le misure di efficientamento, per ridurre di circa il 20% le emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto a quelle attuali.

Occorre a questo punto introdurre il cosiddetto "paradosso dell'efficienza"<sup>18</sup> studiato dall'economista inglese William Stanley Jevons, il quale osservò che l'aumento dell'efficienza (legato ad un avanzamento tecnologico e delle condizioni di benessere dovuto all'industrializzazione del Novecento) non aveva affatto diminuito i consumi, ma li aveva aumentati generando nuove esigenze di consumo. Se si considerano le dinamiche delle scelte relative agli stili di vita, in effetti, si può affermare che si sta andando verso un fabbisogno energetico sempre maggiore, allontanandosi sempre più dagli obiettivi da raggiungere e vanificando parte degli sforzi intrapresi.

Anche per quanto riguarda l'uso di energie rinnovabili<sup>19</sup> non si può parlare di novità: l'uomo si è sempre servito di fonti di energia rinnovabile, l'energia dei corsi d'acqua, il vento ed il sole che, ancora oggi, sono le uniche fonti di energia utilizzate da due miliardi di persone, seppure in maniera poco efficiente. Perché le energie rinnovabili possano assumere il ruolo delle attuali fonti di approvvigionamento, è necessario che possano soddisfare il fabbisogno e che siano utilizzabili con ritmi e tempi compatibili con i flussi che descrivono l'andamento della domanda. E su questo obiettivo la ricerca sta puntando molto negli ultimissimi anni in modo da rendere l'uso di energia rinnovabile una valida alternativa.

<sup>16</sup> Efficienza energetica: quantità di lavoro eseguita o di profitto ottenuto per unità di risorsa energetica impiegata. Fonte: ENEA, *I numeri dell'energia*, relazione annuale, 2009.

<sup>17</sup> Si può parlare di efficienza nella produzione, nel trasporto e nella distribuzione dell'energia, ma anche di efficienza degli usi finali nel settore dei trasporti, dell'industria o del civile. Persino le misure di incentivazione o i programmi di ricerca messi in atto a scala nazionale o comunitaria sono misurabili nei termini della loro efficienza, se si confronta il capitale investito con la riduzione delle emissioni ottenuta, rispetto ad un valore assunto come riferimento. Ad esempio, puntare su sviluppi tecnologici che non sono rivolti ad un particolare settore di applicazione ma che sono diretti a più settori al tempo stesso, rende possibili soluzioni o miglioramenti che altrimenti sfuggirebbero, generando innovazione attraverso la contaminazione tra discipline. Cfr. Farinelli, Ugo, "La ricerca energetica riparte dalle "tecnologie abilitanti", *Nuova energia*, n. 6, 2007, pp. 38 - 41.

<sup>18</sup> Si veda J.W. STANLEY, *The coal question*, 1865, in Canevari D., *Eccessiva l'ossessione per la fine delle risorse*, *Nuova energia*, n. 5, 2007, pp. 6-11.

<sup>19</sup> Energia rinnovabile: energia proveniente da sorgenti che non sono esauribili: sole, vento, acqua, suolo, biomassa, ecc. Fonte: ENEA, *I numeri dell'energia*, relazione annuale, 2009.

Nel 2008 la Commissione Europea ha constatato che le misure vigenti fino a questo momento non consentono di raggiungere l'obiettivo del 20% di risparmio energetico previsto per il 2020; in particolare per gli edifici:

- c'è un divario fra i piani varati dai Governi e le concrete attuazioni per rendere efficienti un numero significativo di edifici;
- servono nuovi strumenti operativi;
- è carente l'incentivazione degli investimenti nell'efficienza energetica degli edifici;
- è carente la promozione sul mercato degli edifici energeticamente efficienti;
- i cittadini sono poco coinvolti, sono poco conosciuti i vantaggi dell'efficienza energetica degli edifici.

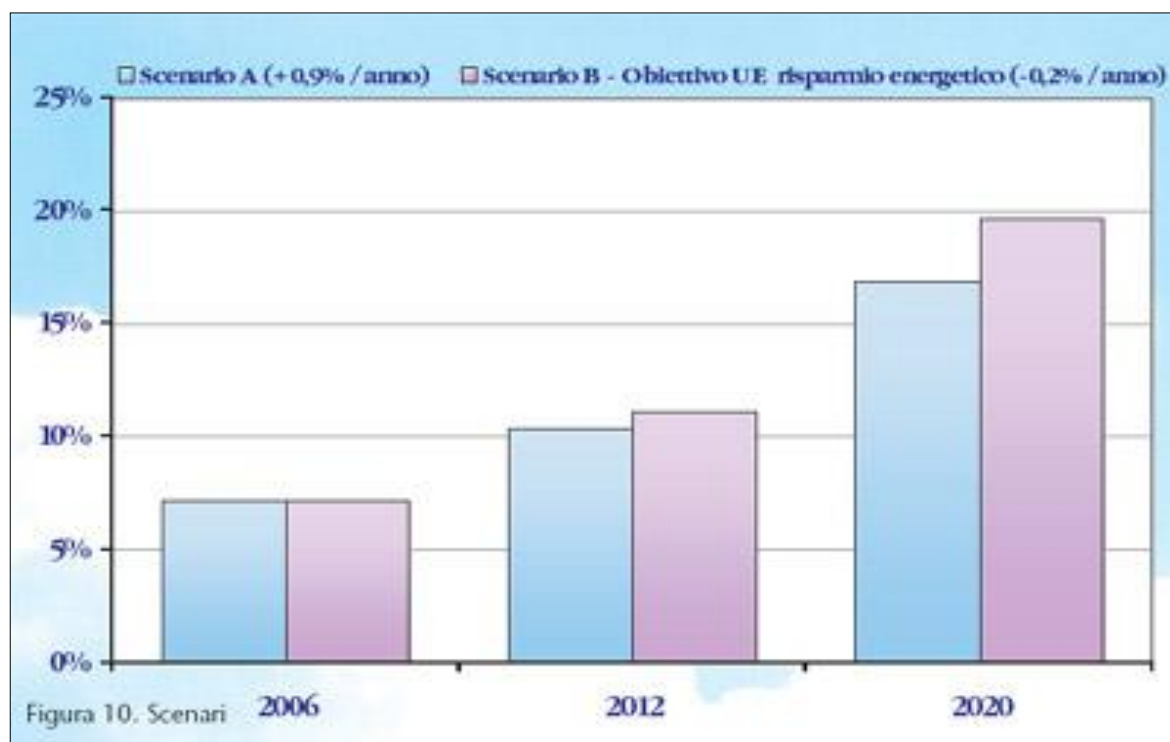


Grafico n. 3– Risparmio energetico previsto negli scenari dal 2006 al 2020 .(Fonte ENEA)

Così nel novembre del 2008 la Commissione ha pubblicato la sua proposta di rifusione della direttiva sul rendimento energetico nell'edilizia come parte del suo pacchetto sulla sicurezza energetica. La portata delle sfide del riscaldamento del pianeta e l'approvvigionamento energetico, richiede che la direttiva si adegui. In questo momento la direttiva dell'Unione Europea, consente agli Stati membri di esentare i monumenti storici dal pieno possesso dei requisiti di efficienza energetica (certificazione energetica), poiché questi spesso contrastano, nella maggior parte dei Paesi, con la legislazione nazionale per la protezione degli edifici storici. La nuova direttiva Europea

EPBD<sup>20</sup> presenta delle misure più restrittive e severe nei confronti degli Stati membri. L'obiettivo primario della nuova Direttiva riguarda la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel settore dell'edilizia ampliando il campo d'azione previsto dalla Direttiva 2002/91/CE. La nuova EPBD promuove il miglioramento della prestazione energetica degli edifici tenendo conto delle condizioni locali e climatiche e dell'efficacia sotto il profilo dei costi. L'allegato n. 1 della Direttiva 2010/31/CE stabilisce infatti che bisogna tener conto, nel calcolo della prestazione energetica degli edifici (al quale gli Stati membri dovranno adeguarsi), delle caratteristiche termiche dell'edificio, delle sue partizioni interne, degli impianti di riscaldamento e raffrescamento presenti, dell'orientamento, dei carichi interni, dei sistemi solari passivi e di protezione solare, ma anche dei vantaggi insiti all'edificio come condizioni favorevoli di illuminazione naturale o di esposizione che rappresentano certamente un vantaggio nel riscaldamento invernale o nella riduzione dei consumi per climatizzazione, se opportunamente scelti in fase di progettazione.

Tra i cambiamenti introdotti dalla nuova EPBD che riguardano gli edifici esistenti c'è l'eliminazione della soglia di 1000 mq in caso di ristrutturazione degli edifici esistenti, per i quali la direttiva 2002/91/CE prevedeva l'esenzione dall'applicazione delle restrizioni sui contenimenti energetici. Poiché la gran parte degli edifici esistenti nei Paesi membri dell'Unione Europea è stato costruito prima degli ultimi cinquanta anni, questa restrizione comprendeva una grossa fetta di edifici che in questo modo esentavano dall'applicazione della norma. Per le ristrutturazioni di edifici esistenti la normativa prevede il miglioramento della prestazione energetica al fine di soddisfare i requisiti minimi per quanto tecnicamente, funzionalmente ed economicamente fattibile. Restano esclusi gli edifici tutelati (così come prevedeva la direttiva precedente), gli edifici adibiti a culto, i fabbricati temporanei, i siti industriali, le officine, gli edifici agricoli e gli edifici residenziali utilizzati per meno di quattro mesi all'anno e i fabbricati con superficie utile inferiore a 50 mq. L'allegato n. 3 stabilisce che entro il 30 giugno 2011 gli Stati Membri dovranno presentare un quadro metodologico comparativo per calcolare livelli ottimali in funzione dei costi per i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici ed entro il 30 giugno 2012 dovranno trasmettere la prima relazione (aggiornata ad intervalli non superiori a 5 anni) contenente tutti i dati utilizzati per il calcolo dei livelli ottimali dei requisiti minimi, con i relativi risultati.

---

<sup>20</sup> *Energy Performance of Building Directive*, Direttiva 2010/31/CE del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione), pubblicata sulla G.U.C.E. del 18 giugno 2010; in vigore dall'8 luglio 2010, dal 1 gennaio 2012 ha sostituito la Direttiva 2002/91/CE.

La Direttiva inoltre prevede che vengano redatti piani nazionali destinati ad aumentare il numero di "edifici a energia quasi zero"<sup>21</sup>: entro il 31 dicembre 2018 tutti gli edifici occupati da Enti pubblici dovranno essere ad energia quasi zero ed entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione dovranno essere edifici ad energia quasi zero.

Altra novità introdotta dalla EPBD 2010/31/CE riguarda l'attestato di prestazione energetica, della validità massima di 10 anni, che ogni edificio dovrà possedere e che conterrà le prestazioni energetiche dell'edificio e le informazioni riguardo al suo possibile miglioramento energetico. Questo certificato dovrà essere rilasciato per tutti gli edifici costruiti, venduti o locati, e per gli edifici pubblici con una superficie maggiore a 500 mq (dal 9 luglio 2015 la soglia è abbassata a 250 mq). Per tutte le prescrizioni stabilite dalla presente Direttiva la Commissione chiede agli Stati membri di adottare severi controlli e applicare sanzioni pecuniarie in caso di inosservanza in coerenza con i rispettivi recepimenti nazionali.

---

<sup>21</sup> Edifici ad altissima prestazione energetica in cui il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo, sia coperto per la maggior parte da energia da fonti rinnovabili, compresa quella prodotta in loco o nelle vicinanze.

## 1.2. La situazione italiana: quadro normativo sull'efficienza energetica degli edifici, ambiti di intervento, gradi di applicazione ed esclusioni

Per un quadro completo riguardante l'evoluzione normativa in Italia in merito alla questione energetica bisogna partire dalla legge n. 373 del 30 aprile del 1976<sup>22</sup>. La limitatezza delle risorse energetiche primarie accentuata dalla crescente industrializzazione dei Paesi occidentali ha posto universalmente il problema della gestione delle fonti energetiche. La sensibilità verso il problema della corretta gestione delle fonti energetiche, in Italia ha cominciato ad emergere intorno alla prima metà degli anni '70. L'origine di questa sensibilità verso il tema dell'energia nasceva dalle conseguenze della crisi energetica del 1973, causata da un'improvvisa interruzione dei flussi di approvvigionamento di petrolio da parte dei Paesi appartenenti all'OPEC<sup>23</sup> che portò l'Italia, e molti altri Paesi europei a rivedere la propria politica energetica. In questo contesto nasce la legge n. 373 del 1976. Con questa legge, l'Italia muove il suo primo passo verso il contenimento dei consumi energetici negli edifici in seguito alle diverse crisi energetiche che si erano susseguite intorno alla metà degli anni Settanta poiché per la prima volta si introduce il concetto di isolamento termico minimo necessario per un edificio. Tale disposizione è suddivisa in tre parti, aventi per oggetto:

- gli impianti di produzione del calore e i sistemi di termoregolazione,
- l'isolamento dell'involucro;
- le sanzioni previste in caso di non rispetto della legge;

La legge 373/76, divenuta operativa con il D.P.R. 1052/77, è stata seguita dal D.M. del 10/3/77<sup>24</sup> che ha stabilito le zone climatiche ed i valori minimi e massimi del coefficiente volumico di dispersione termica negli edifici (Cd), aggiornati successivamente con il D.M. 30/7/1986<sup>25</sup>.

L'altro fondamentale riferimento legislativo in merito all'efficienza energetica degli edifici è la legge 10/91<sup>26</sup> con cui si attua l'abrogazione della succitata legge 373/76. Questa

<sup>22</sup> Legge del 30 Aprile 1976 n. 373, "Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici degli edifici" pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 148 del 07/06/1976.

<sup>23</sup> Organizzazione dei Paesi Esportatori di Petrolio (OPEC).

<sup>24</sup> Decreto Ministeriale 10/3/77, "Determinazione delle zone climatiche e dei valori minimi e massimi dei relativi coefficienti volumici globali di dispersione termica" pubblicato sul Supplemento ord. Gazzetta Ufficiale n. 36 del 6/2/77.

<sup>25</sup> Decreto Ministeriale 30/7/1986, "Aggiornamento del coefficiente CD di dispersione termica" pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 244 del 1986.

<sup>26</sup> Legge del 9 gennaio 1991 n. 10, "Norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia" pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 13 del 16 gennaio 1991.

legge, insieme al D.P.R. 412/93<sup>27</sup>, può essere considerata lo strumento legislativo per regolare l'efficienza energetica degli edifici fino al 2005<sup>28</sup>. La lunga e lenta attuazione del comma 1 dell'articolo 4 e del comma 1 dell'articolo 30, nei quali si dovevano definire i criteri tecnico-costruttivi che avrebbero permesso ai professionisti del settore di progettare nuovi edifici o intervenire sugli esistenti con alta efficienza energetica in modo da assolvere agli obiettivi che la legge 10/91 è uno dei motivi per cui l'Italia, rispetto al contesto europeo, è uno dei paesi in cui solo nei recentissimi anni si è posta l'attenzione verso una progettazione energeticamente ottimale e il cui parco edilizio soffre di eccessivi sprechi e di una bolletta energetica tra le più alte d'Europa. Con l'adozione delle linee guida della direttiva comunitaria n. 93/76/CEE<sup>29</sup>, volta a limitare le emissioni di anidride carbonica, si è introdotto, per la prima volta in Italia, il concetto di certificazione energetica degli edifici che verrà definito solo con il D. Lgs. 192/2005<sup>30</sup>.

Di seguito, con l'introduzione del D.P.R. 421/93<sup>31</sup> si è definito il fabbisogno di energia primaria (FEP) cioè la quantità di energia da destinare all'impianto di riscaldamento, che permetta di mantenere una temperatura costante di 20 °C negli ambienti riscaldati, in funzione dei gradi giorno per le diverse zone climatiche. Questo fabbisogno viene calcolato in funzione delle caratteristiche climatiche della zona, delle caratteristiche termo-fisiche dell'involucro e del regime di funzionamento degli impianti. Il processo attuativo della legge 10/91 è avvenuto nel corso di un decennio attraverso una serie di decreti di cui si riportano i più significativi. Il D.M. 13/12/1993<sup>32</sup> ha introdotto un modello di relazione tecnica semplice per valutare il contenimento dei consumi energetici

<sup>27</sup> D.P.R. 26 agosto 1993 n. 412, "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art.4, comma 4 della Legge 9 gennaio 1991, n. 10" pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 242 del 14 ottobre 1993.

<sup>28</sup> Data in cui verrà istituito il Decreto Legislativo 192/05 e successivamente il Decreto Legislativo 311/06, unici riferimenti normativi ancora in vigore.

<sup>29</sup> Direttiva 93/76/CEE del Consiglio, del 13 settembre 1993, "Intesa a limitare le emissioni di biossido di carbonio migliorando l'efficienza energetica" pubblicata sulla Gazzetta ufficiale n. L 237 del 22/09/1993.

<sup>30</sup> Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia" pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 23 settembre 2005, n. 222 - Supplemento Ordinario n. 158.

<sup>31</sup> D.P.R. del 26/08/1993 n. 412, "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 14/10/1993 Suppl. Ordin. n° 242.

<sup>32</sup> D.M. 13 dicembre 1993 n. 421, "Approvazione dei modelli tipo per la compilazione della relazione tecnica di cui all'art. 28 della L. 9 gennaio 1991, n. 10, attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici", pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del 20 dicembre 1993, n. 297.

nel campo edilizio. Il D.P.R. 06/08/1994<sup>33</sup> ha permesso il recepimento di norme UNI che regolavano, prima dell'entrata in vigore della 192/05, il contenimento dei consumi di energia degli impianti termici degli edifici. L'ultima disposizione che precede la direttiva europea 2002/91/CE è il D. Lgs. 112/98<sup>34</sup> che affida alle regioni le competenze amministrative per la certificazione energetica degli edifici.

Il Parlamento europeo emana, il 16 dicembre 2002, la Direttiva 2002/91/CE<sup>35</sup> relativa al miglioramento dell'efficienza energetica del settore edilizio. Per rendere più ottimale il risparmio energetico, la direttiva si propone l'obiettivo di promuovere il miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici e richiede agli stati membri l'adozione di una metodologia di calcolo del loro rendimento energetico. La direttiva definisce quindi, i principi generali per un sistema energeticamente efficiente e lascia agli Stati membri il compito di implementare i suoi principi generali con opportune disposizioni legislative, prevedendo che gli stessi si impegnino a sorvegliare e a seguire il processo di applicazione della norma favorendolo con forme di incentivazione. Si richiede inoltre ad ogni stato europeo di recepire la direttiva all'interno di norme a carattere nazionale, in modo tale da garantire una maggiore sensibilità alle specificità del clima di ciascun Paese e rendere così operativa la direttiva.

In Italia, il D. Lgs. n. 192/05, è il decreto di attuazione della direttiva 2002/91/CE. Tale decreto modifica le modalità di calcolo delle dispersioni di energia, ma soprattutto introduce la "certificazione energetica". Questo decreto ha valore fintanto che le Regioni e le Province autonome non recepiranno direttamente la direttiva con proprie leggi regionali e con relativi regolamenti attuativi. Lo scopo è quindi che ogni regione, consapevole delle proprie risorse energetiche, dei consumi e delle caratteristiche climatiche, attui una normativa mirata alle proprie esigenze, pur restando in linea con i principi generali delle direttiva europea e nazionale.

---

<sup>33</sup> D.P.R. 06/08/1994, *"Recepimento delle norme UNI attuative del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, recante il regolamento per il contenimento dei consumi di energia degli impianti termici degli edifici, e rettifica del valore limite del fabbisogno energetico normalizzato"* pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del 24/08/1994, n. 197.

<sup>34</sup> Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n. 112 *"Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59"* pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del 21 aprile 1998, n. 92 - Supplemento Ordinario n. 77 (Rettifica G.U. n. 116 del 21 maggio 1997).

<sup>35</sup> La direttiva del 16 dicembre 2002, n. 91 del Parlamento europeo e del Consiglio sul rendimento energetico nell'edilizia, pubblicata sulla G.U.C.E.L del 4 gennaio 2003.

Il D. Lgs. 311/06<sup>36</sup> prevede alcune disposizioni integrative del D. Lgs. 192/05 che ne correggono alcuni errori e lacune e che attuano una politica di maggiore severità sul tema energetico. Con l'attuazione della direttiva 2002/91/CE attraverso i succitati decreti, il governo italiano effettua un passo avanti verso l'uso razionale dell'energia nell'edilizia. Dal 2007<sup>37</sup>, l'attestato di certificazione energetica diventa necessario per fruire di incentivi e agevolazioni fiscali destinati ad interventi di miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici. Solo con il D.M. 26 giugno 2009<sup>38</sup> lo Stato italiano dispone delle linee guida che rendono obbligatoria la certificazione energetica per ogni intervento al fine di garantire la promozione di adeguati livelli di qualità dei servizi di certificazione, assicurare la fruibilità, la diffusione e una crescente comparabilità delle certificazioni energetiche sull'intero territorio nazionale in conformità alla direttiva 2002/91/CE.

---

<sup>36</sup> D. Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311 *"Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia"*, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale 1 febbraio 2007, n. 26.

<sup>37</sup> Decreto 19 febbraio 2007 *"Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente"* ai sensi dell'art. 1, comma 349 della legge 27 dicembre 2006 n. 296.

<sup>38</sup> D.M. 26 giugno 2009, *"Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici"*, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 10 luglio 2009, n. 158.



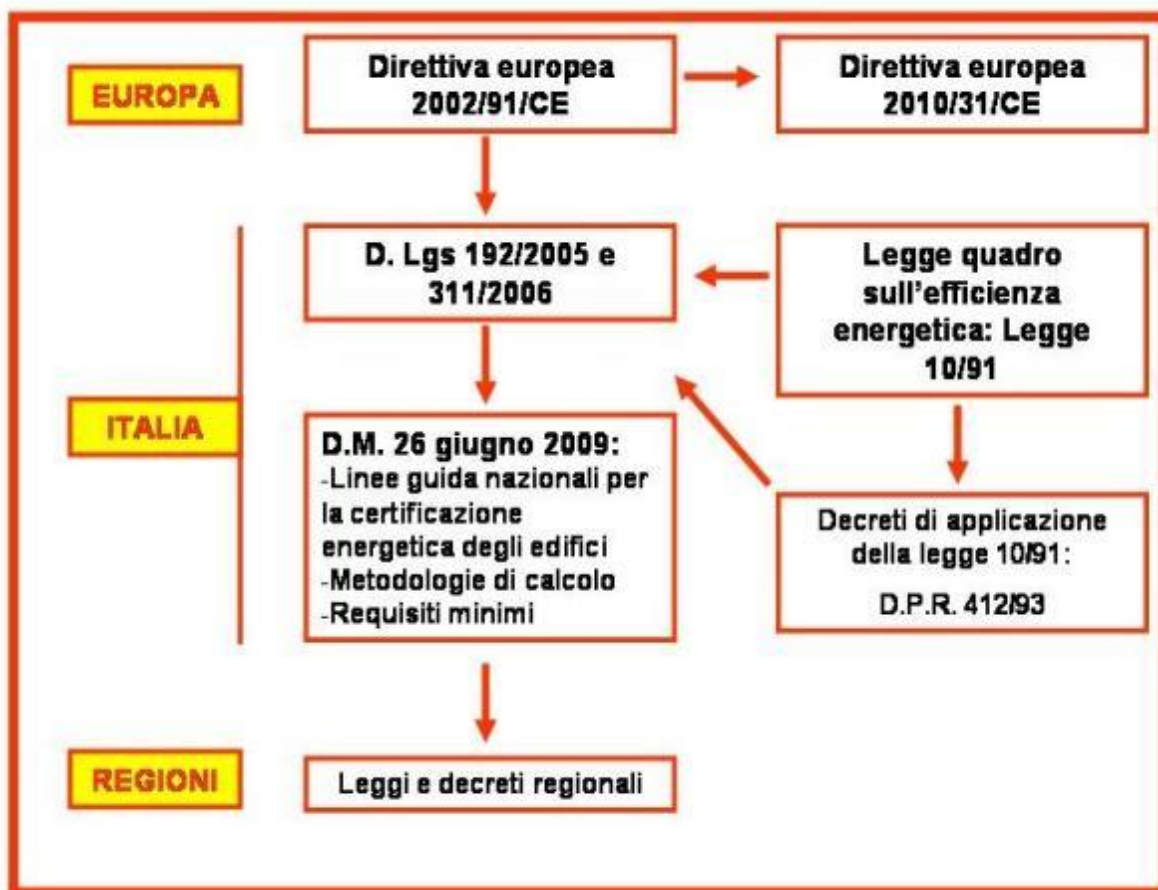


Grafico n. 4– Schema riassuntivo della situazione normativa odierna in tema di energia (2011)

Ogni edificio dovrà possedere una propria “carta di identità energetica” che ne dichiari quali siano le prestazioni in termini di efficienza energetica<sup>39</sup>. Il parametro di riferimento è l’indice di prestazione energetica (EP) con il quale si esprime la quantità annua di energia effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi all’uso dell’edificio.

Gli ambiti di intervento considerati all’interno del D. Lgs. 311/06 sono:

- la progettazione e la realizzazione di edifici di nuova costruzione;
- l’installazione di nuovi impianti;
- le opere di ristrutturazione di edifici o impianti esistenti;
- il controllo e la manutenzione di impianti termici degli edifici.

Ci sono inoltre dei casi in cui il decreto non prevede alcun obbligo di applicare misure di miglioramento dell’efficienza energetica (art. 3 comma 3):

<sup>39</sup> Si veda F.P. VIVOLI, M. ZINZI (a cura di), *Energia efficiente per l’edificio. Normativa e tecnologie*, Ed. ENEA, Roma, 2008.

- immobili che ricadono nella disciplina del codice dei beni culturali e del paesaggio<sup>40</sup> *nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe un'alterazione inaccettabile del carattere o aspetto, con particolare riferimento ai caratteri storici o artistici* (art. 3 comma 3 alla lettera a);
- fabbricati industriali, artigianali o agricoli non residenziali;
- fabbricati isolati con una superficie inferiore a 50 mq;
- impianti installati per il processo produttivo realizzato nell'edificio.

I gradi di applicazione (art. 3 comma 2) riguardo ai requisiti minimi prestazionali sono i seguenti:

Applicazione integrale a tutto l'edificio:

- a. edifici di nuova costruzione;
- b. edifici esistenti con una superficie utile superiore ai 1000 mq.

Applicazione integrale ma riferita al solo ampliamento:

- a. ampliamento di un edificio volumetricamente superiore al 20% dell'edificio esistente.

Applicazione limitata al rispetto di specifici parametri, livelli prestazionali e prescrizioni nel caso di intervento su edifici esistenti.

I decreti legislativi 192/2005 e 311/2006 prevedono l'emanazione di tre decreti attuativi:

- 1- un regolamento con le metodologie di calcolo e i requisiti minimi per la prestazione energetica degli edifici; tale regolamento è stato emanato con il Dpr 2 aprile 2009 n. 59<sup>41</sup>;
- 2- le linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici, emanate con il DM del 26 giugno 2009;
- 3- un regolamento che fissi i criteri di accreditamento degli esperti a cui affidare la certificazione energetica degli edifici; tale regolamento, ad oggi, non è ancora stato emanato.

Con il decreto 25 giugno 2008 n. 112<sup>42</sup> lo Stato italiano ha abolito l'obbligo di allegare l'attesto di certificazione energetica agli atti di compravendita e locazione degli immobili, infrangendo quanto stabilito dalla Commissione europea nella Direttiva 2002/91/CE.

---

<sup>40</sup> Parte II, e art. 136 (parte terza), comma 1, lettera b) e c) del decreto legislativo 22 gennaio 2004 n. 42.

<sup>41</sup> Decreto del Presidente della Repubblica 02/04/2009 n. 59 "Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del D. Lgs. 192/2005.

<sup>42</sup> Decreto Legge 25/06/2008 n. 112 "Disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione tributaria".

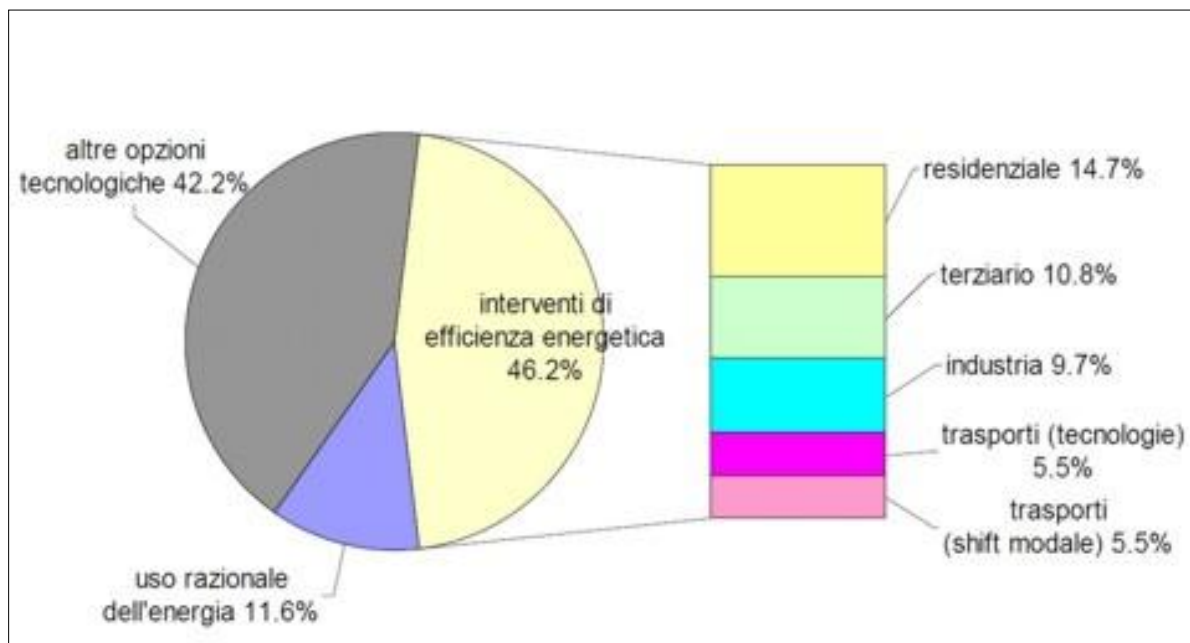


Grafico n. 5- Contributo delle opzioni di efficienza energetica negli usi finali alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto allo scenario di riferimento (anno 2020)

Emerge da questa analisi del quadro legislativo italiano vigente come la questione del miglioramento energetico per gli edifici esistenti sia trattata in modo molto generico, escludendo dagli obblighi di applicazione delle norme solo gli edifici tutelati ai sensi del codice dei beni culturali e lasciando invece ampia possibilità di sostituire, apporre, integrare, ai fini del miglioramento energetico, su tutta quella edilizia storica non dichiarata di *interesse artistico, storico, archeologico o etno-antropologico*, ma che è patrimonio culturale portatore di valori in quanto manifestazione della storia, della vita e del lavoro dell'uomo<sup>43</sup>.

La normativa italiana, quindi, prevede la possibilità di andare in deroga al rispetto dei requisiti minimi di legge per gli edifici sottoposti a tutela dal Codice<sup>44</sup>. Il ricorso alla deroga è applicabile a quegli interventi che possono modificare negativamente le caratteristiche materiche e formali dei beni. Tale disposizione normativa non significa, tuttavia, che sui beni culturali è preferibile non intervenire per migliorarne il rendimento energetico. Gli elevatissimi costi in termini di consumi energetici, a causa delle dispersioni termiche molto maggiori rispetto all'edilizia moderna, rendono di fatto impossibile la

<sup>43</sup> Si veda S. DELLA TORRE, *Programmare la conservazione: valore culturale e sostenibilità*, in AA.VV., *La fruizione sostenibile del bene culturale*, Firenze, 2006.

<sup>44</sup> La parte III del codice dei beni culturali è relativa ai "beni paesaggistici", in particolare:  
 b) le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del presente codice, che si distinguono per la loro non comune bellezza;  
 c) i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale, inclusi i centri ed i nuclei storici.

gestione, e quindi la conservazione, di tali edifici. Occorre, quindi, al di là dell'obbligo di legge, impegnarsi per la riduzione dei consumi energetici al fine di garantire la tutela e valorizzazione dei beni culturali. Sebbene non sia obbligatorio il rispetto dei requisiti minimi di rendimento energetico imposti dalla legge, tali valori devono comunque rappresentare un livello ottimale a cui, compatibilmente con le esigenze di tutela degli immobili, tendere, attraverso interventi mirati e specifici per ogni determinato contesto.

Questo può essere possibile attraverso leggi flessibili che permettano, con un approccio di tipo prestazionale, di stabilire gli interventi più idonei attraverso un processo che parte dalla conoscenza approfondita dell'edificio e del suo rapporto con il contesto in cui è inserito. È fondamentale, come primo passo, comprendere il lessico dell'edilizia storica per evitare l'uso di materiali e tecniche non compatibili con la tradizione.

### 1.2.1. La risposta delle Regioni

La normativa nazionale in materia energetica prevede che ogni Regione o Provincia autonoma si avvalga di provvedimenti specifici di ordine regionale per regolamentare la questione del risparmio energetico negli edifici e la certificazione energetica. Laddove questa non sia presente, la normativa italiana prevede che si applichi la legislazione nazionale ovvero il D. Lgs. 192/2005 e il D. Lgs. 311/2006. La risposta legislativa delle regioni italiane risulta essere piuttosto variegata: si va da regioni molto avanzate come la Provincia di Bolzano o l'Emilia Romagna, a regioni che non hanno ancora legiferato in materia di certificazione energetica come la Calabria o il Molise.

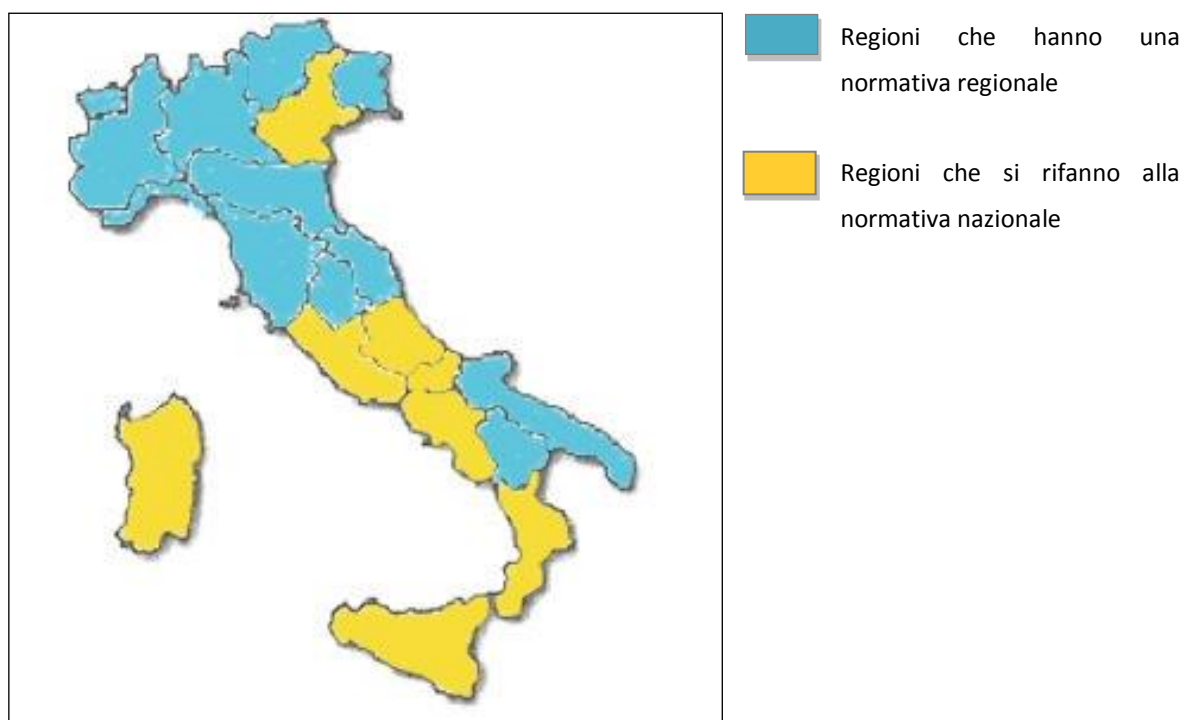


Grafico n. 6— Schema riassuntivo della situazione normativa regionale in materia di risparmio energetico (2011)

## TRENTINO ALTO ADIGE

## Provincia di Bolzano

La provincia di Bolzano è stata la prima a dotarsi di una legge in materia di certificazione energetica degli edifici. Già nel 1997 la Legge regionale 11/08/1997 n. 13 anticipava di gran lunga le altre regioni in materia di risparmio energetico negli edifici. L'attuazione della legge è avvenuta col regolamento approvato con Decreto Presidenziale 29/09/2004 n. 34, facendo della Provincia di Bolzano il primo ente a dotarsi di una legge in materia di certificazione energetica degli edifici. Il regolamento, più volte modificato nel corso degli

anni rimane la norma base in materia di certificazione. Lo stesso regolamento ha introdotto lo standard CasaClima/KlimHaus attraverso il quale è possibile calcolare il fabbisogno energetico dell'edificio e in base al consumo è possibile assegnare una categoria.

#### Provincia di Trento

La provincia di Trento si è mossa autonomamente all'indomani dell'approvazione della direttiva europea 2002/91/CE. Nell'attesa delle linee guida previste dall'art. 6 del D. Lgs. n. 192/2005, è stato infatti dato incarico al Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Trento di elaborare una metodologia per la classificazione delle prestazioni energetiche degli edifici in regime invernale ed estivo che fosse coerente con le caratteristiche dei consumi del settore edilizio trentino. Con la Legge provinciale 4 marzo 2008, n. 1 la Provincia autonoma di Trento ha legiferato in materia di certificazione energetica degli edifici. In attuazione della legge, sono stati emanati:

- Il Decreto Presidenziale 13/07/2009, n. 11-13/Leg, che disciplina i requisiti minimi di prestazione energetica, le modalità di certificazione energetica- soggetti certificatori- attestato di certificazione energetica.
- La Delibera della Giunta provinciale 16/10/2009, n. 2446, con la quale sono stati approvati i criteri per il riconoscimento, l'abilitazione, le tariffe e la gestione degli elenchi dei certificatori energetici.
- La Delibera della Giunta provinciale 22/12/2009, n. 3110, che ha approvato i modelli provinciali di attestato di certificazione energetica, le modalità ed i criteri per il loro rilascio e le relative procedure di trasmissione.
- La Delibera della Giunta provinciale 17/06/2010, n. 1429, con la quale viene definita la data di decorrenza dell'obbligo: 14 luglio 2010.

#### LOMBARDIA

La Regione Lombardia è la prima Regione che ha reso obbligatoria la certificazione energetica su tutto il proprio territorio e che ha anticipato al 1° gennaio 2008 i requisiti minimi di prestazione energetica che a livello nazionale sono entrati in vigore a gennaio 2010. La disciplina in materia è contenuta nella Legge regionale 24/2006 e nella Delibera della Giunta 8/5018 del 2007, che definisce i requisiti di prestazione energetica degli edifici e degli impianti, la procedura di certificazione e l'accreditamento dei soggetti abilitati al rilascio dell'attestato di certificazione energetica.

## FRIULI VENEZIA GIULIA

Con la Legge regionale n. 23 del 18/08/2005 e successive modifiche, la Regione Friuli Venezia Giulia ha stabilito che, dal 1 gennaio 2011, la certificazione energetica e la qualificazione energetica degli edifici sono sostituite dalla certificazione di Valutazione energetica e ambientale (Vea) degli edifici. La certificazione Vea di sostenibilità energetico ambientale è un sistema di procedure che utilizza le modalità e gli strumenti di valutazione del Protocollo Vea (articolo 6 della L.R. 23/2005) riferendosi sia al progetto dell'edificio, sia all'edificio realizzato. La certificazione Vea di sostenibilità energetico ambientale comprende sia la certificazione energetica degli edifici di cui al D. Lgs. 192/2005, sia la valutazione della sostenibilità ambientale degli edifici. Visto l'obbligo nazionale già in vigore dal 25 luglio 2009 e che prevede di dotare di attestato di certificazione energetica le singole unità immobiliari, la Regione ha stabilito la consegna, fino al 1° gennaio 2011, degli attestati di certificazione energetica.

## VALLE D'AOSTA

Con la Legge regionale 18/04/2008, n. 21 la Regione ha adottato le norme per la certificazione energetica degli edifici. In attuazione della legge sono state emanate le seguenti deliberazioni:

- Dgr. 30/10/2009, n. 3014.
- Dgr. 28/05/2010, n. 1448.
- Dgr. 20/08/2010, n. 2236.
- Dgr. 8/07/2011, n. 1606.

Attraverso questi decreti sono stati definiti i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e le caratteristiche delle classi di prestazione energetica degli edifici; i criteri di riconoscimento dei corsi di formazione per l'accreditamento dei certificatori energetici degli edifici; le modalità di accreditamento dei certificatori energetici e degli ispettori.

Infine, con la deliberazione Dgr. 6/05/2011, n. 1062 è stato approvato il sistema regionale di certificazione energetica regionale denominato Beauclimat e che è entrato in vigore il 20 luglio 2011.

## VENETO

La Regione Veneto non ha legiferato in materia di certificazione energetica, si applica quindi la normativa nazionale che è basata sul

D. Lgs. 19/08/2005, n. 192 e sui suoi decreti attuativi, tra cui le Linee Guida nazionali alla certificazione energetica (DPR 2/04/2009) e il Regolamento sul Rendimento energetico in edilizia (D.M. 26/06/2009).

#### PIEMONTE

Con la Legge regionale 28 maggio 2007, n. 13, la Regione ha adottato le norme per la certificazione energetica degli edifici definendo le prestazioni minime, la metodologia di calcolo e i criteri e le modalità per il rilascio dell'Attestato di Certificazione Energetica. La Deliberazione di Giunta regionale 4/08/2009, n. 43-11965 - come modificata dalla Deliberazione Giunta regionale 20/10/2009, n. 1-12374 - contiene le norme attuative della legge 13/2007 e, in particolare, detta le norme su: il modello dell'attestato di certificazione energetica e gli aspetti ad esso connessi; la procedura di calcolo delle prestazioni energetiche da utilizzare per la certificazione; il Sistema informativo per la certificazione energetica degli edifici (SICEE) che gestisce l'elenco regionale dei soggetti abilitati al rilascio dell'Attestato di Certificazione Energetica (ACE), i dati inseriti negli ACE e la raccolta degli attestati trasmessi dai professionisti; l'accreditamento dei certificatori energetici.

#### EMILIA ROMAGNA

Con un percorso legislativo iniziato nel 2008, con la Delibera di Giunta regionale 20/09/2008 n. 156 - come modificata dalla Dgr. 21 settembre 2009, n. 1390, la Regione ha adottato le norme per la certificazione energetica degli edifici definendo le prestazioni minime, la metodologia di calcolo e i criteri e le modalità per il rilascio dell'Attestato di Certificazione Energetica. Questo deve essere rilasciato da un soggetto accreditato e deve riportare:

- i dati relativi all'efficienza energetica propri dell'edificio e degli impianti;
- i valori vigenti a norma di legge;
- i valori di riferimento o classi prestazionali che consentono ai cittadini di valutare e confrontare la prestazione energetica dell'edificio. L'attestato deve essere corredato da suggerimenti in merito agli interventi più significativi ed economicamente convenienti per il miglioramento del rendimento energetico dell'edificio. È possibile, inoltre, riportare indicazioni utili circa le modalità di comportamento dell'utenza che possono influenzarne il rendimento.



## LIGURIA

Con la Legge regionale n. 22/2007, la Regione ha adottato le norme per la certificazione energetica degli edifici definendo le prestazioni minime, la metodologia di calcolo e i criteri e le modalità per il rilascio dell'Attestato di Certificazione Energetica.

Sono esclusi dall'obbligo di certificazione: gli immobili tutelati dal codice dei beni culturali e del paesaggio; i fabbricati industriali, artigianali e agricoli non residenziali quando gli ambienti sono riscaldati per esigenze del processo produttivo o utilizzano reflui energetici del processo produttivo non altrimenti utilizzabili; i fabbricati isolati con una superficie utile totale inferiore a 50 m<sup>2</sup>; gli impianti installati ai fini del processo produttivo realizzato nell'edificio anche se utilizzati, in parte non preponderante, per gli usi tipici del settore civile. Una volta emesso, l'Attestato di Certificazione Energetica ha una durata massima di dieci anni e deve essere aggiornato ad ogni intervento di ristrutturazione che modifica la prestazione energetica dell'edificio o dell'impianto.

## TOSCANA

Con la Delibera di giunta regionale 28/02/2005, n. 322 la Regione Toscana ha approvato le Linee guida per la valutazione della qualità energetica e ambientale degli edifici. Con la Legge regionale 39/2005 - come modificata dalla Legge regionale 23/11/2009, n. 71 - ha adottato le norme per la certificazione energetica degli edifici definendo le prestazioni minime, la metodologia di calcolo e i criteri e le modalità per il rilascio dell'Attestato di Certificazione Energetica. Il Decreto del Presidente della Regione 25/02/2010, n. 17/R contiene, invece, le norme attuative.

## MARCHE

Nel 2008, la Regione Marche ha dettato norme per l'edilizia sostenibile adottando la certificazione di sostenibilità energetico-ambientale degli edifici residenziali, intesa come sistema di procedure finalizzato a valutare sia il progetto, sia l'edificio realizzato. Nel maggio del 2009 la Regione ha provveduto a predisporre le linee guida per tale certificazione, individuando nel Protocollo Itaca lo strumento di valutazione della qualità energetica e ambientale degli edifici.

Il Protocollo Itaca è stato elaborato nel 2001 dall'Istituto per l'innovazione e Trasparenza degli Appalti e la Compatibilità Ambientale (ITACA). Come organo tecnico della Conferenza delle Regioni e delle Province autonome, l'Istituto ha definito un protocollo comune tra le Regioni italiane per la valutazione della qualità energetico-ambientale degli

edifici residenziali. Denominato Protocollo Itaca, è stato ufficialmente approvato dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni italiane nel 2004. Secondo quanto disposto, la certificazione di sostenibilità energetico-ambientale degli edifici ha carattere volontario e ricomprende la certificazione energetica obbligatoria per la quale sono utilizzati le modalità e gli strumenti di valutazione previsti dal Protocollo Itaca.

#### UMBRIA

La Regione Umbria non ha legiferato in materia di certificazione energetica, si applica quindi la normativa nazionale. Tuttavia con la Legge n. 17/2008, sono state dettate norme in materia di sostenibilità ambientale degli interventi urbanistici ed edilizi.

Si applica quindi la normativa nazionale che è basata sul D. Lgs. 19/08/2005, n. 192 e sui suoi decreti attuativi, tra cui le Linee Guida nazionali alla certificazione energetica (DPR 2/04/2009) e il Regolamento sul Rendimento energetico in edilizia (D.M. 26/06/2009).

#### LAZIO

Nel 2008 la Regione Lazio ha adottato norme concernenti l'architettura sostenibile e la bioedilizia, definendo anche un sistema di valutazione e certificazione della sostenibilità energetico-ambientale degli edifici basato sul Protocollo Itaca. La legge non è ancora operativa e la sua attuazione è rimandata ad un regolamento regionale ancora da emanare. In attesa dell'emanazione, si applica la normativa nazionale.

#### ABRUZZO

La Regione Abruzzo non ha legiferato in materia di certificazione energetica, si applica quindi la normativa nazionale che è basata sul D. Lgs. 19/08/2005, n. 192 e sui suoi decreti attuativi, tra cui le Linee Guida nazionali alla certificazione energetica (DPR 2/04/2009) e il Regolamento sul Rendimento energetico in edilizia (D.M. 26/06/2009).

#### MOLISE

La Regione Molise non ha legiferato in materia di certificazione energetica, si applica quindi la normativa nazionale che è basata sul D. Lgs. 19/08/2005, n. 192 e sui suoi decreti attuativi, tra cui le Linee Guida nazionali alla certificazione energetica (DPR 2/04/2009) e il Regolamento sul Rendimento energetico in edilizia (D.M. 26/06/2009).

#### CAMPANIA

La Regione Campania non ha legiferato in materia di certificazione energetica, si applica quindi la normativa nazionale che è basata sul D. Lgs. 19/08/2005, n. 192 e sui suoi decreti attuativi, tra cui le Linee Guida nazionali alla certificazione energetica (DPR 2/04/2009) e il Regolamento sul Rendimento energetico in edilizia (D.M. 26/06/2009).

#### PUGLIA

Nel 2008 la Regione Puglia ha emanato norme per l'abitare sostenibile attraverso la Legge regionale 10/06/2008, n. 13 finalizzata alla sostenibilità ambientale e al risparmio energetico introducendo la certificazione della sostenibilità, procedura volontaria riferibile alla certificazione energetica degli edifici disciplinata dalla normativa nazionale. Il metodo per la valutazione della sostenibilità si basa sul Protocollo Itaca. Con il Regolamento regionale 10 febbraio 2010, n. 10 la Regione ha adottato le norme per la certificazione energetica degli edifici definendo i criteri e le modalità per il rilascio dell'Attestato di Certificazione Energetica.

#### BASILICATA

La Regione Basilicata si è dotata già nel 2006 di un sistema di valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici attraverso la Delibera della Giunta Regionale 15/05/2006, n. 724 "Approvazione del Protocollo Sintetico Basilicata". Con la Finanziaria 2008, la regione Basilicata ha introdotto una normativa generale in materia di certificazione energetica che prevede l'applicazione di requisiti minimi di rendimento energetico per gli edifici di nuova costruzione e per gli edifici esistenti oggetto di ristrutturazione. La legge non è ancora operativa; la regione deve ancora emanare la normativa di attuazione.

In attesa dell'emanazione, si applica la normativa nazionale che è basata sul D. Lgs. 19/08/2005, n. 192 e sui suoi decreti attuativi, tra cui le Linee Guida nazionali alla certificazione energetica (DPR 2/04/2009) e il Regolamento sul Rendimento energetico in edilizia (D.M. 26/06/2009).

#### CALABRIA

La Regione Calabria non ha legiferato in materia di certificazione energetica, si applica quindi la normativa nazionale che è basata sul D. Lgs. 19/08/2005, n. 192 e sui suoi decreti attuativi, tra cui le Linee Guida nazionali alla certificazione energetica (DPR 2/04/2009) e il Regolamento sul Rendimento energetico in edilizia (D.M. 26/06/2009).

## SARDEGNA

La Regione Sardegna non ha legiferato in materia di certificazione energetica, si applica quindi la normativa nazionale che è basata sul D. Lgs. 19/08/2005, n. 192 e sui suoi decreti attuativi, tra cui le Linee Guida nazionali alla certificazione energetica (DPR 2/04/2009) e il Regolamento sul Rendimento energetico in edilizia (D.M. 26/06/2009).

## SICILIA

In attesa di prevedere una norma regionale specifica, la Regione Sicilia, con il Decreto dirigenziale 3 marzo 2011, ha disposto che in materia di certificazione energetica si applica la normativa nazionale, basata sul D. Lgs. 19/08/2005, n. 192 e sui suoi decreti attuativi, tra cui le Linee Guida nazionali alla certificazione energetica (DM 6/06/2009) e il Regolamento sul Rendimento energetico in edilizia (DPR 2/04/2009, n. 59).

Ogni Regione ha un diverso stato di applicazione della normativa in tema di certificazione energetica: alcune sono partite proponendo dei loro schemi, altre hanno definito le regole recependo le Linee Guida nazionali quando sono uscite, altre ancora non hanno legiferato accettando tacitamente la normativa statale. Il quadro generale della situazione normativa delle Regioni italiane in merito alla certificazione energetica mostra che le regioni maggiormente dotate di strumenti legislativi a supporto della progettazione sostenibile sono le regioni del nord come è ulteriormente sottolineato dal Grafico n.6. Le Regioni che non hanno ancora legiferato in merito alla certificazione energetica e che si rifanno alla normativa nazionale sono quelle in cui provvedimenti legislativi non sono stati ancora attuati o non sono ancora in vigore e sono rappresentate, ad eccezione del Veneto, esclusivamente da regioni di centro-sud. Un ulteriore approfondimento lo si può riscontrare attraverso il Grafico n. 7 che ci illustra la situazione legislativa delle regioni italiane in merito alla certificazione energetica.

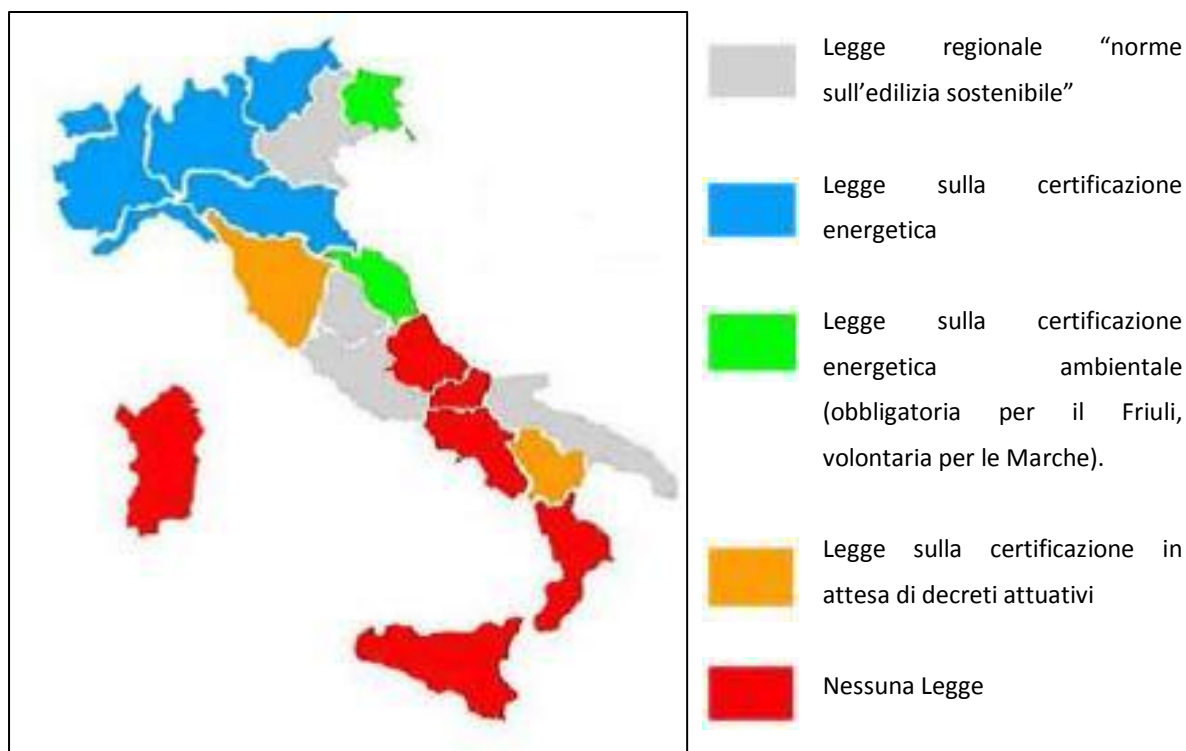


Grafico n. 7– Schema riassuntivo della situazione normativa regionale in materia di certificazione energetica (2011)

A seguito della manovra fiscale<sup>45</sup> attuata dal governo italiano nel triennio 2007-2009 in merito alle detrazioni fiscali per gli interventi di riqualificazione energetica sono notevolmente aumentate le documentazioni inviate per usufruire delle suddette agevolazioni. Il grafico seguente mostra il numero di documentazioni inviate nel 2009 distinte per regioni:

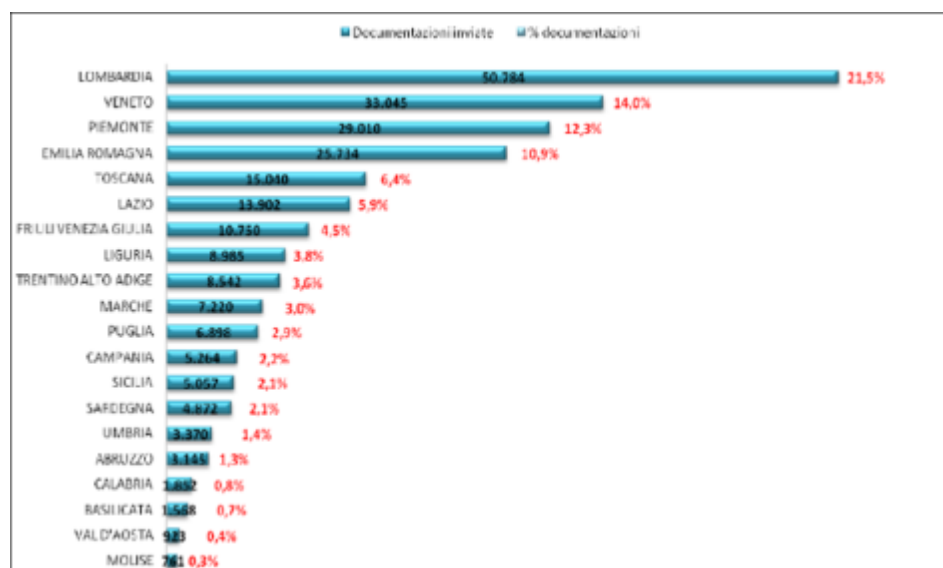


Grafico n. 8–Confronto relativo al numero di documentazioni inviate nel 2009 per singola regione (Fonte Enea 2009)

<sup>45</sup> Decreto 19 febbraio 2007; decreto 07 aprile 2008; decreto 06 agosto 2009 , "Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio esistente".

### 1.3. La situazione normativa sull'efficienza energetica in merito agli edifici tutelati e ai centri storici

Il concetto di riduzione del consumo di energia promosso dalla Direttiva Europea 2002/91 e confermato dalla recente Direttiva 2010/31, sotto la spinta della crescente sensibilità per le problematiche ecologiche e di sostenibilità, è stato rivolto quasi esclusivamente al settore delle nuove costruzioni con un timido tentativo di mediazione riguardante il costruito esistente.

Il patrimonio edilizio italiano risulta, per circa due terzi, costituito da edifici antecedenti al 1976<sup>46</sup>, anno in cui è stato emesso il primo regolamento riguardo al risparmio energetico nelle nuove costruzioni, senza poi considerare la vastità di edifici storici, non necessariamente monumentali, di cui il territorio italiano è fortemente caratterizzato. La normativa italiana vigente in materia di risparmio energetico, è in grado di governare, attraverso l'imposizione di norme e prescrizioni limitative, la nuova edificazione, mentre tende invece ad incentivare atteggiamenti migliorativi nei confronti dell'edilizia esistente, rimandando alla possibilità di andare in deroga nel caso di beni di interesse culturale. In particolare il comma 3 dell'art. 4 della Direttiva 2002/91/CE prevede che: *Gli Stati membri possono decidere di non istituire o di non applicare i requisiti di cui al paragrafo 1 (requisiti minimi di rendimento energetico) per le seguenti categorie di fabbricati: edifici e monumenti ufficialmente protetti come patrimonio designato o in virtù del loro speciale valore architettonico o storico, nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe un'alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto.* Tale rimando è stato ripreso dalla legislazione italiana nel D. Lgs 192/2005 di recepimento della Direttiva e successivamente integrato dal D. Lgs. 311/2006. In particolare il comma 3 dell'art. 3 del suddetto decreto riporta esplicitamente: Sono escluse dall'applicazione del presente decreto le seguenti categorie di edifici:

*a) gli immobili ricadenti nell'ambito della disciplina della parte seconda e dell'art. 136, comma 1, lettere b) e c) 5, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, recante il codice dei beni culturali e del paesaggio nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe una alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto con particolare riferimento ai caratteri storici o artistici.* In merito agli edifici tutelati dal Codice, quindi, la normativa prevede una deroga limitata ai «casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe una alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto artistico», concetto senza dubbio di

<sup>46</sup> Legge del 30 Aprile 1976 n. 373, "Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici" pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 148 del 07/06/1976.

carattere soggettivo, ovvero un giudizio critico, che rende la norma inefficace sul piano del contenimento e sulla riduzione dei consumi energetici e pone la necessità di una riflessione sia nella prospettiva del restauro che sulla carenza di dialogo con le altre discipline.

Lo strumento della deroga viene, in questo caso, utilizzato come il mezzo per aggirare i problemi, piuttosto che l'opportunità per la progettazione di interventi di restauro consapevoli delle questioni energetiche ma nel rispetto delle valenze storiche e artistiche degli edifici.

La possibilità, quindi, di andare in deroga al rispetto dei requisiti minimi di legge non solo per i complessi monumentali, come prevedono le disposizioni della comunità europea, ma anche su alcuni beni di valore paesaggistico con un esplicito riferimento ai centri storici<sup>47</sup> così come prevede il Codice dei Beni culturali e del Paesaggio<sup>48</sup>. Certamente sono proprio i centri storici quelli costituiti da edifici cosiddetti "energivori" e quelli in cui l'intervento di riqualificazione può dare maggiori risultati in termini di risparmio energetico (come mostra il grafico seguente).

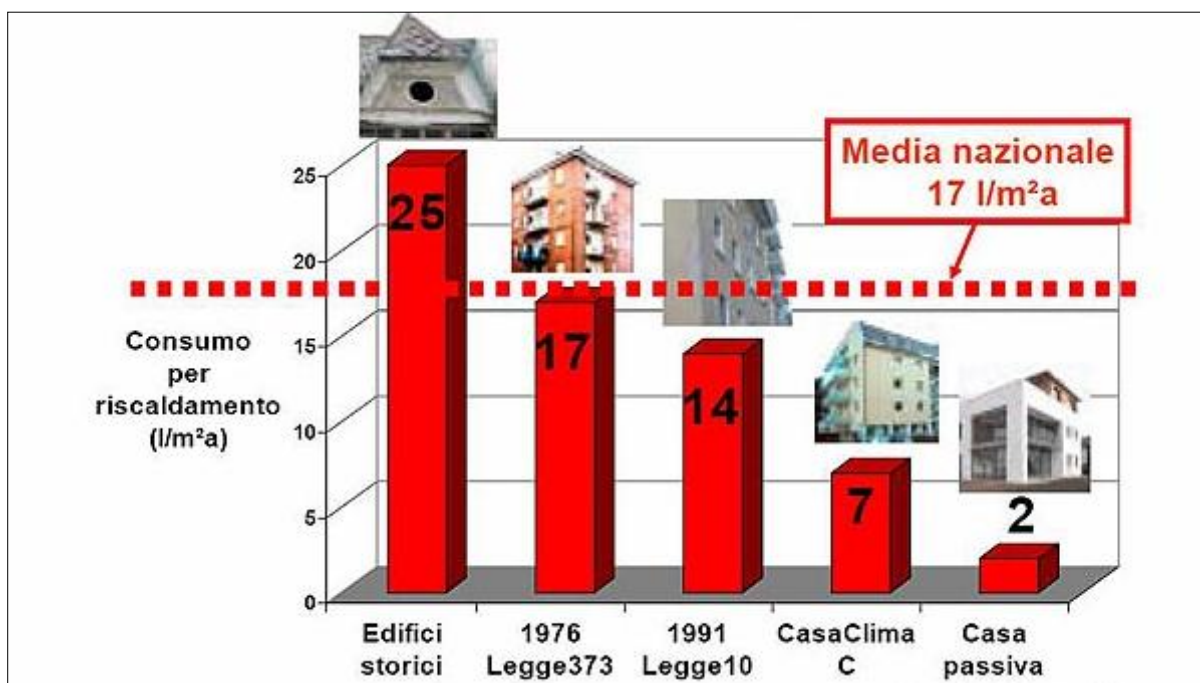


Grafico 9 – Consumo per riscaldamento degli edifici esistenti (Prof. Peter Earlacher - Bolzano 2008)

<sup>47</sup> La parte III del codice dei beni culturali è relativa ai "beni paesaggistici", in particolare:

b) le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del presente codice, che si distinguono per la loro non comune bellezza;

c) i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale, inclusi i centri ed i nuclei storici.

<sup>48</sup> Parte II, e art. 136 (parte terza), comma 1, lettera b) e c) del decreto legislativo 22 gennaio 2004 n. 42.

Il rapporto dell'Unità Tecnica Efficienza energetica ENEA del 2010 riassume gli interventi a scala nazionale effettuati nel corso del biennio 2007-2009 a seguito della campagna di detrazioni fiscali sugli interventi di riqualificazione energetica stabiliti dagli ultimi provvedimenti normativi<sup>49</sup>. Questo dimostra come negli interventi di ristrutturazione energetica effettuati negli ultimi anni quasi il 50% è stato effettuato su edifici costruiti tra il 1961 e il 1982, più del 20% su edifici costruiti tra il 1920 e il 1960 mentre l'11% su edifici antecedenti al 1920. (Si veda il grafico seguente)

### Epoca di costruzione immobili

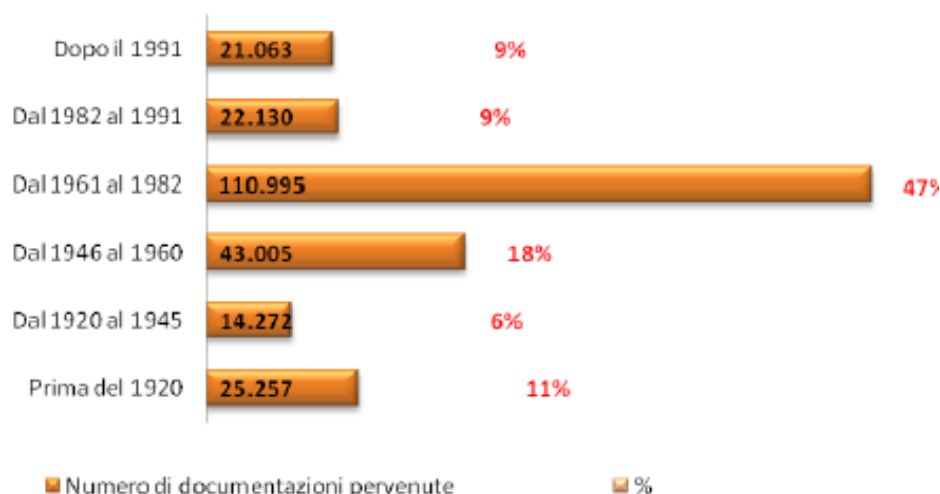


Grafico 10 – Distribuzione degli immobili per epoca di costruzione su cui sono stati effettuati interventi di riqualificazione energetica avvalendosi delle detrazioni fiscali del 55% (Fonte ENEA 2009)

L'alta percentuale di edifici storici interessati da interventi di riqualificazione energetica che usufruisce delle suddette detrazioni fiscali, testimonia l'urgenza di un contributo da parte della disciplina del restauro in merito alla loro regolamentazione. La scelta di ottimizzare esclusivamente il parametro del consumo al fine di ridurre, ad ogni costo, il dispendio energetico è causa di interventi puntuali di sostituzione degli elementi tecnologici esistenti con altri di ultima generazione dalle ottime prestazioni isolanti come se la risposta energetica di un edificio, soprattutto di un manufatto storico, dipendesse esclusivamente dalla resa dei singoli elementi e non dall'intero manufatto inteso come un

<sup>49</sup> Decreto 19 febbraio 2007; decreto 07 aprile 2008; decreto 06 agosto 2009, "Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio esistente".



sistema. Occorre infatti sottolineare che, se si crede che l'architettura sia differente rispetto alle altre arti, quali la pittura e la scultura, allora non si può trascurare lo stretto legame che le strutture architettoniche, sia a carattere monumentale che appartenenti alla cosiddetta "edilizia minore", hanno con una specifica destinazione d'uso. Il titolo del saggio di Amedeo Bellini *"la pura contemplazione non appartiene all'architettura"*<sup>50</sup> sintetizza bene questo concetto. Bellini scrive, era il 1998, in merito alla questione dell'adeguamento degli edifici storici per assicurare l'accessibilità a chi presenta dei problemi di disabilità motoria *"Abbiamo molte difficoltà, insormontabili difficoltà nell'immaginare un monumento che non sia stato prodotto per gli uomini, che sia tutelato e conservato in sé, come un'astrazione, e non per la fruizione (...) un bene non è tale se non è fruibile"*<sup>51</sup>. La similarità della "questione energetica" con quella dell'accessibilità, della sicurezza antincendio ed antisismica riportano alla memoria gli ampi dibattiti che hanno riguardato il mondo del restauro ogni qualvolta si sia trattato di applicare, su edifici storici, le previsioni di legge. Il rispetto della normativa sul risparmio energetico è solo uno dei problemi che ci si trova ad affrontare nell'ambito degli interventi di conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale e che devono trovare una giusta sintesi nel progetto di restauro. *"Ciò per mezzo d'un lavoro non di meccanica e spesso devastante rispondenza ai dettati di legge ma d'aggiustamento e discussione sulla concreta realtà materiale e figurale del bene stesso; vale a dire tramite un'opera di ottimizzazione e di continuo temperamento d'istanze, anche diverse, tutte meritevoli e tutte sostenute da leggi dello Stato parimenti ordinate. Da qui la necessità di ragionare, sempre dialogando, per progetti e per 'sistemi', non per singoli aggiustamenti, attivando ogni possibile sinergia a fini, per esempio, di riduzione dell'intrusività degli accorgimenti da adottare."*<sup>52</sup> Fino a pochi anni fa riuscire a coniugare le varie norme di settore nell'ambito di edifici esistenti era un'impresa molto ardua, se non impossibile; complice in particolare la normativa tecnica italiana costituita da numerosissime disposizioni che individuavano le misure da intraprendere in funzione principalmente della destinazione d'uso degli ambienti, indipendentemente dalle caratteristiche intrinseche degli ambienti stessi. Si tratta, soprattutto per i provvedimenti meno recenti, di disposizioni di carattere prescrittivo, basate sul soddisfacimento di parametri definiti a priori. Questo approccio, non si adatta ai beni culturali, caratterizzati per la loro natura, da un notevole grado di

<sup>50</sup> Si veda A. BELLINI, *La pura contemplazione non appartiene all'architettura*, in «TeMa» n. 1 1998.

<sup>51</sup> *Ivi* p. 2.

<sup>52</sup> Si veda G. CARBONARA, Testo della lezione tenuta alla X edizione del corso post-lauream, *Progettare per tutti senza barriere architettoniche*, Roma 2002 ([www.progettarepertutti.org](http://www.progettarepertutti.org)).

singularità. Se, infatti, nel caso di costruzioni nuove sta all'abilità del progettista trasformare i "vincoli" imposti dalla normativa in un'occasione per sfruttare la propria creatività, nel caso di edifici esistenti, non conformati su standard moderni, il rispetto di tali parametri, ha spesso portato all'esecuzione di interventi molto invasivi, realizzati esclusivamente affinché gli edifici fossero "a norma". Esempi evidenti sono costituiti dai numerosi interventi di consolidamento strutturale eseguiti acriticamente (cordoli in cemento armato, iniezioni cementizie, ecc.) senza un preventivo esame dell'effettivo comportamento strutturale dei singoli manufatti. Questo atteggiamento ha causato nel tempo altrettanti danni, portando in molte circostanze il patrimonio culturale ad essere indifeso nei confronti di molti eventi altamente pericolosi (incendi, terremoti, ecc.).

Dai primi anni ottanta, insieme all'aumento del numero di disposizioni, si è fatta rilevante la necessità di attuare misure ritagliate sui singoli ambiti, in quei casi che, oggettivamente, non potevano essere resi conformi alle disposizioni generali. Nei primi provvedimenti in tal senso il problema veniva affrontato prevalentemente sotto forma di deroga con la possibilità di ricorrere a misure alternative, purché ne fosse dimostrata l'equivalenza con i requisiti di legge. Esempi in tal senso sono costituiti dalla normativa antincendio che ha introdotto il concetto di "sicurezza equivalente" o dalla normativa per la sicurezza in caso di sisma che ha previsto la possibilità di ricorrere nel caso di beni di interesse culturale ad interventi di "miglioramento" strutturale in alternativa all'"adeguamento" agli standard normativi<sup>53</sup>.

In mancanza di indicazioni sulle modalità di valutazione delle soluzioni alternative proposte, il ricorso alla deroga è stato spesso interpretato come una specie di "sconto" nei confronti dei beni culturali, ossia come la possibilità di limitare gli interventi da eseguire se non addirittura di esserne esonerati. La fruizione di un bene culturale nelle migliori condizioni di confort e sicurezza non è, infatti, solo un mero obbligo normativo, ma è parte essenziale della sua valorizzazione e quindi della ragione della sua tutela. Dunque anche rispetto all'obiettivo di migliorare l'efficienza energetica dell'edificato storico, sembra importante non dimenticare quelle che sono state le esperienze passate e le relative acquisizioni teoriche. Si tratta di trovare e sperimentare una gamma di soluzioni articolate e non prefissate.

Intervenire sugli edifici storici al fine di migliorarne il rendimento energetico, anche se non imposto dalla normativa, diventa indispensabile affinché gli eccessivi costi in termini di consumi energetici rendano di fatto impossibile la gestione, e quindi la conservazione, di

<sup>53</sup> Si veda S. DELLA TORRE, *Sostenibilità e conservazione di fronte al mito dell'efficienza energetica*, in «ANANKE» n. 60, maggio 2010, p. 143.

tali edifici. Al di là dell'impegno internazionale del Governo italiano, dell'obbligo di legge, la riduzione dei consumi energetici è fondamentale per garantire la tutela e valorizzazione dei beni culturali. Anche per gli edifici storici, i requisiti minimi di rendimento energetico imposti dalle disposizioni normative, devono comunque rappresentare un livello ottimale a cui cercare di arrivare, compatibilmente con le esigenze di tutela degli immobili, attraverso interventi mirati e specifici per ogni particolare contesto. Ciò sarebbe possibile solo grazie a provvedimenti normativi flessibili che, come già evidenziato, permettono con un approccio di tipo prestazionale, di definire gli interventi più idonei attraverso un processo che parte dalla conoscenza approfondita dell'edificio e del suo rapporto con il contesto in cui è inserito. Nelle disposizioni normative più recenti l'approccio prestazionale, anche sull'esempio dei provvedimenti comunitari, ha acquistato un valore di strumento generale, scomparendo la subordinazione alla deroga. Non si impone più l'adozione di una specifica misura, ma si chiede di dimostrare l'adeguatezza delle scelte compiute alla luce degli obiettivi prefissati.

È fondamentale, come primo passo, comprendere il lessico dell'edilizia storica per evitare l'uso di materiali e tecniche non compatibili con la tradizione e un'interpretazione scorretta dei caratteri strutturali degli edifici che ha portato all'attuale stato di degrado di molti centri storici. Soltanto un approccio consapevole del carattere complesso del problema potrà modificare *l'atteggiamento dei cultori del restauro e portarli a privilegiare gli aspetti meta-estetici, passaggio fondamentale per avviare una effettiva collaborazione tra chi si occupa di sostenibilità e chi di restauro, e per superare un'impostazione di tutela passiva. Il patrimonio non è un vincolo, ma un'opportunità [...]*<sup>54</sup>.

---

<sup>54</sup> Si veda S. DELLA TORRE, G. MINATI, *Conservazione e manutenzione del costruito*, in «Il Progetto sostenibile», n. 2, 2004, p. 16.

## ***Capitolo 2***

### ***La sostenibilità e i modi del costruire***

## 2. La sostenibilità e i modi del costruire

Il rapporto che esiste tra l'architettura e le tecnologie costruttive che la rendono possibile si esprime attraverso l'approccio consapevole che per il manufatto si ha nei confronti dell'ambiente circostante secondo una linea temporale che considera lo sviluppo del presente e del futuro reciprocamente dipendenti<sup>1</sup>. La conoscenza delle caratteristiche dei diversi materiali e dei componenti tecnici, indispensabili per pensare un edificio fin dalle prime fasi di progetto come un oggetto dotato di forma, colore, consistenza, peso, odore, ecc. si completano con le cognizioni relative all'impatto degli stessi materiali e componenti tecnici sull'ambiente naturale e sull'uomo, nelle loro fasi di produzione, impiego e dismissione a conclusione del ciclo di vita. *"Un edificio sostenibile è il risultato di un progetto architettonico consapevole, in cui convergano aspetti formali e costruttivi, unitariamente orientati"*<sup>2</sup>. In questo contesto, dal punto di vista della tecnologia dell'architettura sostenibile significa porre grande attenzione alle risorse fisiche, ambientali, energetiche e tecnologiche del nostro pianeta e alle questioni relative alla salute e all'efficienza dei processi costruttivi in modo che questi ultimi provochino il minor impatto possibile sull'ambiente e sui singoli individui. Di conseguenza sostenibile può essere considerato un edificio che è costituito da materiali omogenei, facilmente separabili in fase di manutenzione, trasformazione, smontaggio, demolizione, smaltimento e riciclaggio. Ogni edificio, infatti, subisce nel corso degli anni dei cambiamenti per il mutamento dei suoi utenti o delle pratiche d'uso. Alcune di queste modifiche possono essere controllate con il progetto architettonico e possono essere agevolate attraverso un progetto capace di prevedere i possibili comportamenti successivi dei fruitori ai quali rispondere con articolazioni, spazi e dispositivi adeguati. Ciò vale per la concezione distributiva e, quasi ancor più, per quella impiantistica.

Analizzando la tradizione costruttiva europea, ancor più quella mediterranea, si può constatare come ogni edificio sia costituito di parti chimicamente inerti (come la pietra o i mattoni, talvolta il legno) talvolta smontabili e riutilizzabili (come nel caso delle

<sup>1</sup> Il legame temporale tra presente e futuro emerge nella definizione di sviluppo sostenibile formulata dal primo ministro norvegese Harlem Brundtland, Presidente della Commissione Mondiale su Ambiente e Sviluppo, che nel 1987, su incarico delle Nazioni Unite, presenta un Rapporto che porterà il suo nome: *"Lo sviluppo sostenibile è lo sviluppo che soddisfa le esigenze del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare le proprie."* Possiamo facilmente costruire un parallelismo con quanto scrive Ruskin: *"la terra l'abbiamo ricevuta in consegna, non è un nostro possesso"*, J. RUSKIN, *The Seven Lamps of Architecture*, 1849, (trad.it.) R. M. PIVETTI, Milano, 1982, p. 218.

<sup>2</sup> D. GAUZIN-MULLER, *Architettura sostenibile*, 2003, p.16

edifici costruiti riutilizzando i materiali provenienti dagli edifici preesistenti). Questa caratteristica di "reversibilità" dell'architettura tradizionale conduce alla modifica dell'essenza "monolitica" delle nostre costruzioni moderne per favorire le operazioni di trasformazione e manutenzione. Ciò non indica, però, di puntare per ogni edificio e per ogni sua parte verso i sistemi costruttivi a secco che appaiono come quelli che più facilmente soddisfano a questo requisito di reversibilità, bensì significa puntare verso l'obiettivo di rendere facilmente smontabili e separabili gli interventi sull'edificio per favorirne la facile rimozione.

La conoscenza del manufatto esistente permette di comprendere come le modalità costruttive degli edifici del passato, nella maggioranza dei casi, applichino in sé i principi base della sostenibilità, soprattutto in relazione al reperimento delle materie prime, alla loro lavorazione, al loro utilizzo ed eventuale riuso e alle tecniche adoperate per un sapiente intervento dei vincoli ambientali (sistemi di raffrescamento passivo, riuso delle acque piovane, orientamento degli edifici, etc.). Intervenire sull'esistente significa apprendere dal passato, nel rispetto e nella conoscenza della tradizione costruttiva, utilizzando i materiali antichi con tecniche e tecnologie innovative ed i materiali e le tecnologie innovative con quelli del passato, nella prospettiva della compatibilità intesa, nella sua accezione più ampia, come momento di incontro di tecnologie, siano esse antiche o moderne, e materiali rispettosi del manufatto storico.

## 2.1. La sostenibilità del nuovo

I recenti sviluppi riguardanti l'innovazione tecnologica in merito alla progettazione architettonica hanno delineato, nell'ultimo cinquantennio soprattutto, una serie di riflessi operativi. Da una parte, riflessi riguardanti il significato stesso del termine e delle diverse tipologie dell'innovazione, dall'altra, riguardanti le modalità con le quali l'innovazione si è espressa nel territorio dei diversi materiali e delle tecniche costruttive. Alle possibilità espressive e funzionali dei prodotti edilizi contemporanei si è aggiunto, in tempi relativamente recenti, l'interesse per la loro sostenibilità. Proprio questo interesse sta riconsegnando alla materia, e quindi al progetto, una responsabilità etica dimenticata, un ruolo reso oggi più impellente dall'urgenza della richiesta di intervento e dal riconoscimento del fatto che la progettazione, intesa nel senso più ampio del termine inglese *-design-*, sia divenuta un importante strumento nei confronti del tema della sostenibilità.

Progettare un edificio, dovendo scegliere tra un materiale plastico piuttosto che lapideo, costituisce un'azione traducibile in scelte responsabili, mirate all'utilizzo di materiali, tecniche e sistemi in grado di offrire apporti positivi rispetto ai requisiti di sostenibilità e di salvaguardia dell'ambiente. Le nuove frontiere che si vanno aprendo in questa direzione garantiranno una possibilità di scelta che assuma come dato di partenza una riflessione più ampia e matura sui temi dello sfruttamento delle risorse naturali del pianeta. Su questo punto svolge un ruolo fondamentale la conoscenza dei materiali e delle tecniche costruttive. L'attitudine al riciclo, o meglio al "riuso" della materia e dei prodotti ha origini lontanissime. Già in età antica numerosi sono i casi di riutilizzo dei materiali dagli edifici allo stato di rudere. La possibilità di recuperare elementi già lavorati su costruzioni ancora in piedi e situate nei pressi dei nuovi cantieri, si rivelava un grande risparmio in termini di tempo e denaro. I documenti testimoniano la diffusione del fenomeno già nella tarda antichità: un decreto<sup>3</sup> dell'imperatore Maggiorano nel 459 riservava all'imperatore o ai senatori la potestà di decidere se vi fossero le condizioni estreme che giustificassero la demolizione di un edificio antico e autorizzava il riuso dei materiali degli antichi edifici allorquando la struttura risultasse inesorabilmente compromessa e non potessero essere più recuperati per funzioni di pubblica utilità. I vecchi edifici divennero così delle vere e proprie cave di materiale. Inoltre, lo scadimento dei processi produttivi artigianali induceva al riutilizzo completo di vecchi elementi

<sup>3</sup> *Novella Maioriani 4*, promulgata a Ravenna l'11 luglio 459. Cfr. P. PENSABENE (a cura di), *Marmi antichi – Cave e tecniche di lavorazione, provenienze e distribuzione*. Studi Miscellanei 31, Roma 1998.

architettonici che erano stati lavorati dagli antichi con una accuratezza che i contemporanei non erano più in grado di replicare. In altri casi la motivazione del riciclo risiedeva nella difficoltà di reperire materiale: accadeva molto di frequente che le statue venissero fuse per ricavarne delle armi. Malgrado nel corso dei secoli la tendenza al riciclo dei materiali, anche se per motivazioni diverse, sia sempre stata presente, mai come in questo secolo risulta importante dare identità a questo tipo di materiali e dignità a questa pratica in grado di trasformare "l'usato" in una "nuova risorsa". *"Il fatto di essere collocati al di là dell'orizzonte percepibile dall'uso e dal consumo rende allora difficile credere che risorse(scarse) e rifiuti (eccessivi) possano essere due aspetti di uno stesso problema"*<sup>4</sup>.

Nella logica del risparmio delle risorse energetiche e materiali si innesta anche il patrimonio edilizio esistente. Utilizzare con parsimonia le risorse attraverso la cura, la gestione e il controllo delle proprie azioni in una prospettiva di lungo termine, rappresenta l'atteggiamento migliore per conseguire la salvaguardia del territorio e degli insediamenti umani. Da qui si deduce come il denominatore tra sostenibilità e conservazione (degli edifici e dell'ambiente) sia comune: l'origine comune è dunque data dalla convinzione che la risorsa (intesa nella sua accezione più ampia e quindi comprendente anche il patrimonio edilizio esistente) è un bene deperibile, limitato e non rinnovabile da salvaguardare e consegnare alle generazioni future nel migliore dei modi possibile. *"Cultura del recupero e cultura della sostenibilità hanno infatti radici remote comuni e in tempi recenti hanno conosciuto un'accelerazione nella convergenza d'intenti, strumenti e metodi."*<sup>5</sup> Prendere in considerazione questa comunione di intenti e la vicinanza di queste due discipline apparentemente distanti tra loro, significa ridare peso al patrimonio edilizio esistente valutandolo non solo come una mole di edifici fortemente energivori e non rispondenti agli standard di comfort contemporanei, bensì come una risorsa non rinnovabile e detentrica di valori testimoniali non replicabili in un passaggio di testimone dal recupero, al restauro, alla sostenibilità.

<sup>4</sup> E. RIGAMONTI, *Il riciclo dei materiali in edilizia*, Rimini 1996, p. 6.

<sup>5</sup> C. FONTANA, *Recupero e sostenibilità*, in «Il progetto sostenibile», n. 2, 2004, p.4.



### 2.1.1. Clima e progettazione bioclimatica

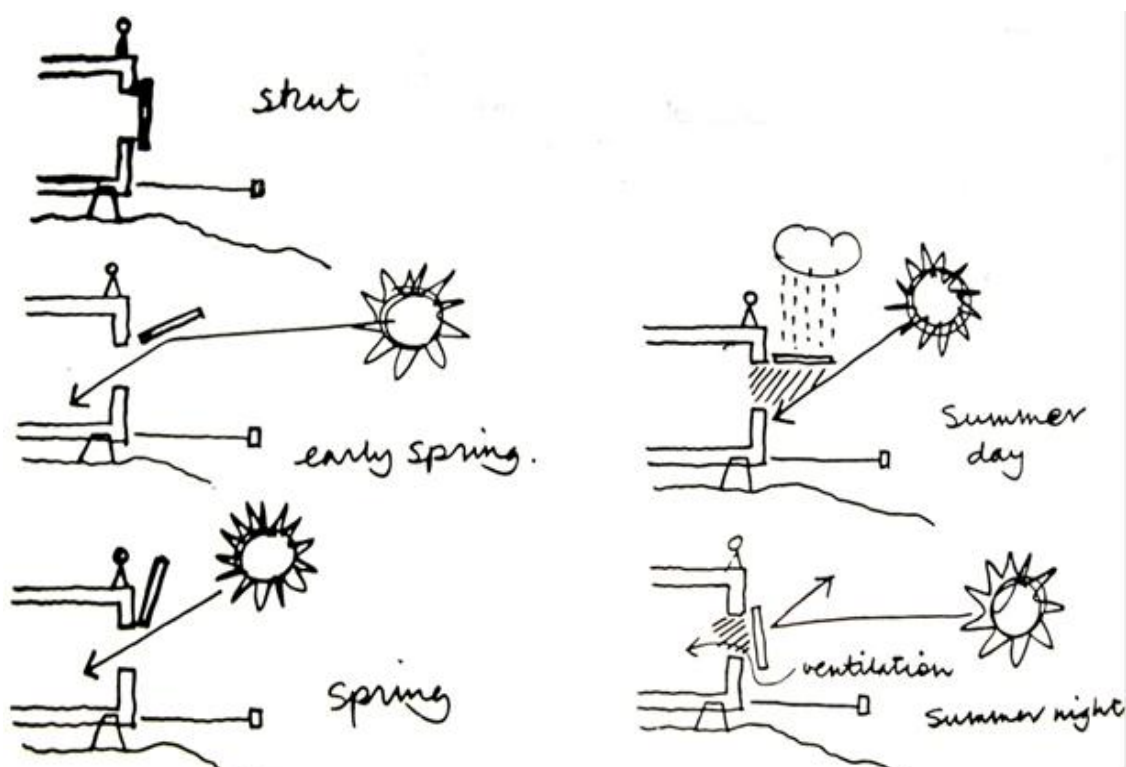
Il grande sviluppo industriale e tecnologico che ha visto nel secondo dopoguerra protagonisti gran parte dei Paesi europei, ha comportato un rilevante aumento delle tecnologie impiantistiche in grado di controllare le condizioni degli ambienti interni rendendo gli edifici quasi completamente isolati dal contesto climatico-ambientale in cui si trovavano. Delegando esclusivamente al sistema degli impianti meccanici le condizioni di benessere interno e di controllo del clima delle costruzioni si sono trascurate le più elementari norme di progettazione, norme di cui l'architettura storica è detentrica in quanto attenta alla corretta esposizione dell'edificio, alla forma planivolumetrica, alle qualità "passive" dell'involucro murario. La stabilità di questo approccio è venuta meno quando, nei primi anni Settanta, le prime crisi energetiche, in particolare la crisi petrolifera del 1973, hanno fortemente messo in discussione l'incondizionata fiducia verso la tecnologia impiantistica a garanzia del controllo climatico e del benessere interno agli edifici. E' proprio in questo periodo e in questo substrato culturale che si sviluppa una maggiore sensibilità verso le tematiche ambientali e che nasce l' Architettura Bioclimatica o Bioarchitettura<sup>6</sup> che viene codificata per la prima volta da Olgyay nel suo ottiene testo *"Progettare con il clima"*<sup>7</sup>. Questa disciplina si basa su un modello abitativo che soddisfa i requisiti di comfort con il controllo passivo del microclima, inteso come una strategia che, minimizzando l'uso di impianti meccanici, massimizza l'efficienza degli scambi tra edificio e ambiente. La regolazione delle condizioni microclimatiche interne si ottiene controllando attentamente le caratteristiche geometriche, localizzative e tecnologiche della costruzione edilizia. Risulta evidente come il moderno approccio bioclimatico alla progettazione non sia altro che l'approccio che è stato da sempre alla base del costruire tradizionale. Nelle architetture storiche, e quindi pre-industriali, ritroviamo tutti i fattori bioclimatici sopra elencati. Si tratta infatti di un'architettura che si adatta e considera l'ambiente circostante, che mira a rendere confortevole l'abitare riducendo al minimo la componente impiantistica ed utilizzando in special modo le

<sup>6</sup> Si definisce Bioarchitettura l'insieme delle discipline che attuano e presuppongono un atteggiamento ecologicamente corretto nei confronti dell'ecosistema antropico-ambientale. In una visione caratterizzata dalla più ampia interdisciplinarietà e da un utilizzo razionale e sostenibile delle risorse, la Bioarchitettura tende alla conciliazione ed integrazione delle attività e dei comportamenti umani con le preesistenze ambientali ed i fenomeni naturali, al fine di realizzare un miglioramento della qualità della vita attuale e futura. (definizione tratta dallo Statuto dell'Istituto Nazionale di Bioarchitettura)

<sup>7</sup> V. OLGAY, *Design with climate, a bioclimate approach to architectural regionalism*, Princeton, New Jersey 1963. Versione italiana J. COOK, S. LOS (a cura di), *Progettare con il clima, un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico*, Padova, 1981.

proprietà e le caratteristiche termiche dell'involucro edilizio. Inoltre considera centrale il rapporto con l'ambiente climatico esterno, la sua esposizione al sole e al vento.

Di fatto, il costruire tradizionale cercava e operava in accordo con il clima e in contiguità con il contesto storico, geografico e culturale. "[...]Gli edifici saranno ben situati se innanzi tutto si sarà tenuto conto dell'orientamento e delle inclinazioni del cielo sotto il quale si vuole costruire; infatti gli edifici devono essere costruiti in modo diverso....Poiché la faccia del cielo è diversamente orientata a seconda dei vari luoghi, ed a causa del rapporto che questi luoghi hanno con lo zodiaco ed il corso del sole, bisogna disporre gli edifici secondo la diversità dei paesi e dei climi"<sup>8</sup>.... A tale proposito, Vitruvio nel capitolo VI aggiunge : "[...] le stanze da pranzo in inverno, ed anche i bagni devono stare sul tramonto, in quanto si ha più bisogno del chiaro della sera e perché il sole tramontando e rischiarendole direttamente, infonde, verso sera, un dolce calore. Le stanze da pranzo di cui ci si serve in primavera ed in autunno devono essere rivolte verso l'oriente, in quanto, attraverso le finestre che si tengono chiuse fino a quando il sole non abbia volto al tramonto si mantiene in questi luoghi una temperatura media per tutto il tempo che abitualmente la si usa. Le stanze che servono per l'estate saranno rivolte verso il



R. Erskine, schizzo proposto nel corso dell'intervento al Convegno del Team X per dimostrare l'influenza del clima nella progettazione architettonica, 1959. (Fonte: S. LOS (a cura di), *Regionalismo dell'architettura*, Padova 1990, p.23).

<sup>8</sup> Marco Vitruvio Pollione, *De Architectura*, libro VI capitolo I (I secolo a. C.)

*settentrione in quanto in questa posizione saranno costantemente rinfrescate e di abitabilità sana e gradevole non essendo affatto esposte all'ardore del sole, il cui calore è insopportabile, soprattutto durante il solstizio d'estate [...]*".

In epoca rinascimentale anche Leon Battista Alberti, nel suo trattato *De re Aedificatoria*, scrive a proposito dell'orientamento delle strade: *"[...]scrive Cornelio che la Città di Roma allargata di strade da Nerone divenne assai più calda, e perciò manco sana; in atri luoghi ove le vie sono strette vi è l'aria più cruda, e ne la state vi sarà più ombra. Oltre di questo non vi sia casa alcuna che è non vi entri dentro il sole, in qualche hora del giorno[...]"*

Il moderno approccio bioclimatico alla progettazione nasce dalla consapevolezza di questi saperi che è codificazione-teorizzazione dei "caratteri ambientali" regionali dell'architettura.<sup>9</sup> Operare in questo modo permette di riscoprire l'essenza intima del rapporto tra architettura, ambiente e destinazione dell'edificio per operare poi nella riqualificazione rispettando le caratteristiche materiche originarie, distributive e funzionali.

---

<sup>9</sup> Sulla definizione dei caratteri ambientali si veda S. LOS (a cura di), *Regionalismo dell'architettura*, Padova, 1990.

### 2.1.2. La sperimentazione di nuovi materiali per un restauro sostenibile: tecniche d'intervento a confronto

Il tema della conservazione del patrimonio culturale trova inevitabilmente un punto di incontro con il tema del risparmio energetico. Seppure le due tematiche possano sembrare così distanti tra loro, esse finiscono per convergere nell'assunto che vede il sistema del costruito storico come una "stratificazione ambientale"<sup>10</sup> da conservare. Le acquisizioni teoriche consolidate negli ultimi cinquant'anni hanno mutato anche la prassi operativa del restauro stabilendo alla base di ogni operazione di restauro una meticolosa conoscenza dell'oggetto sul quale si opera. Per poter intervenire su un manufatto esistente sono assolutamente necessarie la conoscenza, la comprensione delle tecniche costruttive, dei materiali, del suo comportamento energetico e di come ognuna delle sue parti sia in relazione con l'altra nel funzionamento dell'edificio. La messa a punto di un iter di studio rigoroso è fondamentale per la redazione di un progetto di conservazione ed uso degli edifici storici consapevole, rispettoso e durevole.

La conoscenza delle tecniche tradizionali non garantisce però una soluzione scontata che ne prevede la riproposizione, bensì, conoscere le tecniche costruttive tradizionali vuol dire *"[...] capire la natura dei processi che l'hanno prodotta e trasformata, processi che, necessariamente, si fondano sul senso della durata."*<sup>11</sup> Per questa ragione occorre conoscere con la stessa logica anche le tecniche costruttive moderne alla ricerca di una rispondenza di intenti e quindi di compatibilità.

I metodi e le tecniche di indagine e di intervento sul costruito sono ormai consolidate e sperimentate nella loro durata ed efficacia sia per quanto riguarda i singoli materiali componenti gli edifici sia per quanto concerne le modalità di applicazione. Le tecniche di miglioramento energetico oggi disponibili offrono una vasta copertura di casistiche e la maggior parte sono derivate dal progetto del nuovo. La ricerca sui materiali inoltre, mossa da principi di sostenibilità e di gestione consapevole delle risorse, è orientata oggi verso lo sviluppo di tecnologie e materiali innovativi che sfruttano i recenti risultati ottenuti in campo chimico, fisico e addirittura nell'ambito della ricerca dell'ingegneria aeronautica e spaziale. Malgrado siano apparentemente distanti dall'ambito edilizio, molte di queste tecnologie sono oggi di ampio utilizzo anche negli interventi che riguardano gli edifici storici. La vastità delle tecniche di intervento esistenti

<sup>10</sup> Si veda M. DE VITA, V. NERI, *Restauro e sostenibilità*, in «Il progetto sostenibile», 2009, nn. 22-23, pp. 66-71.

<sup>11</sup> Si veda T. MANNONI, *Caratteri costruttivi dell'edilizia storica*, Genova, 1994, p.3.

e la loro indiscriminata applicazione implica il rischio di uno stravolgimento del patrimonio edilizio esistente se non si valuta che alcune di queste tecnologie non possono essere applicate agli edifici che presentano caratteristiche storiche e architettoniche di particolare importanza. La ricerca è volta dunque all'individuazione e alla scelta di alcune di queste operazioni che presentino, anche in minima parte, un livello di compatibilità per la conservazione delle peculiarità di un manufatto storico. In questa fase vengono elencate le possibili tecniche di intervento per ogni sottosistema architettonico a cui è stato assegnato un codice alfabetico. Ad ogni intervento invece è stato dato un codice numerico che, in maniera progressiva, va via via sommandosi al codice alfabetico del sottosistema di riferimento.

Per la creazione dell'abaco di interventi e per la loro elencazione è stato preso come riferimento uno studio redatto da un gruppo di studiosi del Politecnico di Milano<sup>12</sup> per le proposte di efficientamento energetico negli edifici di pregio di cui è stata fatta una rielaborazione.

Per il miglioramento energetico delle coperture (cod. A) sono stati analizzati nel dettaglio le seguenti possibilità di intervento:

- A 1.1 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e un feltro termoisolante (convenzionale)<sup>13</sup> a ridotto spessore;
- A 1.2 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e un feltro termoisolante (ecoefficiente)<sup>14</sup> a ridotto spessore;
- A 1.3 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e un pannello termoisolante (innovativo)<sup>15</sup> a ridotto spessore;



Pannello in polistirene espanso (eps)

<sup>12</sup> M. BORIANI, M. GIAMBRUNO, A. GARZULINO, Studio, sviluppo e definizione di schede tecniche di intervento per l'efficienza energetica negli edifici di pregio, 2011, [www.enea.it](http://www.enea.it)

<sup>13</sup> Per isolanti convenzionali si intendono quella serie di materiali isolanti come ad esempio la lana di roccia, la lana di vetro, la perlite espansa, il polistirene etc., che ormai fanno parte del panorama consolidato dei materiali da costruzione.

<sup>14</sup> Si intende per ecoefficienza il rapporto tra il valore prodotto e le risorse ambientali impiegate per produrlo, quindi per isolanti eco-efficienti si intendono quegli isolanti di origine vegetale, animale o vegetale come ad esempio l'argilla espansa, il sughero, la fibra di legno, fibra di kenaf, la paglia, la fibra di cellulosa etc.

<sup>15</sup> Per isolanti innovativi si intendono quegli isolanti di ultima generazione derivati da processi di produzione industriale come ad esempio aerogel, isolanti termo-riflettenti, a transizione di fase etc.

- A 2.1 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (convenzionale) all'estradosso della struttura;
- A 2.2 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (eco-efficiente) all'estradosso della struttura;
- A 2.3 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (innovativo) all'estradosso della struttura;

- A 3.1 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (convenzionale) all'estradosso della struttura, con la creazione di un'area di ventilazione;
- A 3.2 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (eco-efficiente) all'estradosso della struttura, con la creazione di un'area di ventilazione;
- A 3.3 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (innovativo) all'estradosso della struttura, con la creazione di un'area di ventilazione;



Pannello in fibra di legno dello spessore di 5-6 cm

- A 4.1 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (convenzionale) all'intradosso della struttura;



Feltro isolante ultrasottile in Aerogel per a basso spessore

- A 4.2 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (eco-efficiente) all'intradosso della struttura;
- A 4.3 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (innovativo) all'intradosso della struttura;

- A 5.1 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante, di un pannello termoisolante (convenzionale) all'intradosso della struttura e di un controsoffitto in cartongesso;
- A 5.2 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante, di un pannello termoisolante (eco-efficiente) all'intradosso della struttura e di un controsoffitto in cartongesso;
- A 5.3 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante, di un pannello termoisolante (innovativo) all'intradosso della struttura e di un controsoffitto in cartongesso.

Seppure i sopra elencati interventi risultano poco invasivi alcuni di essi comportano un notevole aumento della quota di copertura soprattutto per gli interventi della classe A3 che prevedono oltre all'inserimento di pannelli termoisolanti anche l'inserimento di un'intercapedine d'aria.

Per gli interventi su coperture piane (cod. B):

- B.1.1 Isolamento all'estradosso del solaio di copertura con pannello isolante (convenzionale) e nuova pavimentazione.
- B.1.2 Isolamento all'estradosso del solaio di copertura con pannello isolante (eco-efficiente) e nuova pavimentazione.
- B.1.3 Isolamento all'estradosso del solaio di copertura con pannello isolante (innovativo) e nuova pavimentazione.
  
- B.2.1 Isolamento all'estradosso del solaio di copertura con pannello isolante (convenzionale) e rimozione della pavimentazione originaria.
- B.2.2 Isolamento all'estradosso del solaio di copertura con pannello isolante (eco-efficiente) e rimozione della pavimentazione originaria.
- B.2.3 Isolamento all'estradosso del solaio di copertura con pannello isolante (innovativo) e rimozione della pavimentazione originaria.
  
- B.3.1 Isolamento all'intradosso del solaio di copertura con pannello isolante (convenzionale) e controsoffitto.
- B.3.2 Isolamento all'intradosso del solaio di copertura con pannello isolante (eco-efficiente) e controsoffitto.



- B.3.3 Isolamento all'intradosso del solaio di copertura con pannello isolante (innovativo) e controsoffitto.

- B.4.1 Isolamento all'estradosso del solaio di copertura con pannello isolante (convenzionale) e creazione di un tetto giardino.

- B.4.2 Isolamento all'estradosso del solaio di copertura con pannello isolante (ecoefficiente) e creazione di un tetto giardino.

- B.4.3 Isolamento all'estradosso del solaio di copertura con pannello isolante (innovativo) e creazione di un tetto giardino.

Per interventi sulle murature esterne (cod. C):

Realizzazione di un cappotto esterno classico con isolanti convenzionali in:

- C 1.1 pannelli in fibra di polistirene eps
- C 1.2 pannelli in fibra di polistirene xps
- C 1.3 pannelli in lana di roccia



Cappotto esterno con pannelli in lana di roccia

Realizzazione di un cappotto esterno classico con isolanti eco-efficienti in:

- C 2.1 pannelli in sughero
- C 2.2 pannelli in fibra di cellulosa
- C 2.3 pannelli in fibra di canapa e kenaf



Pannello in fibra di cellulosa

Realizzazione di un cappotto esterno classico con isolanti innovativi in:

- C 3.1 pannelli isolanti in aerogel
- C 3.2 pannelli isolanti in schiuma vegetale
- C 3.3 pannelli isolanti sottovuoto convenzionali
- C 3.4 pannelli in fibra di poliestere eps
- C 3.5 pannelli in fibra di poliestere xps
- C 3.6 pannelli in lana di roccia

Realizzazione di un cappotto esterno intercapedine aerata con isolanti eco-efficienti in:



Posa in opera di un intonaco termoisolante



- C 4.1 pannelli in sughero
- C 4.2 pannelli in fibra di cellulosa
- C 4.3 pannelli in fibra di canapa e kenaf

Realizzazione di un cappotto esterno intercapedine aerata con isolanti innovativi in:

- C 5.1 pannelli isolanti multistrato termo-riflettenti
- C 5.2 pannelli isolanti in schiuma vegetale
- C 5.3 pannelli isolanti a transizione di fase pcm

Posa di intonaco termoisolante

- C 6.1 classico
- C 6.2 additivato con pcm

Per interventi sulle pareti divisorie interne (cod. CC):

- Realizzazione di un cappotto interno classico con isolanti convenzionali in:

- CC 1.1 pannelli in fibra di poliestere eps
- CC 1.2 pannelli in fibra di poliestere xps
- CC 1.3 pannelli in lana di roccia



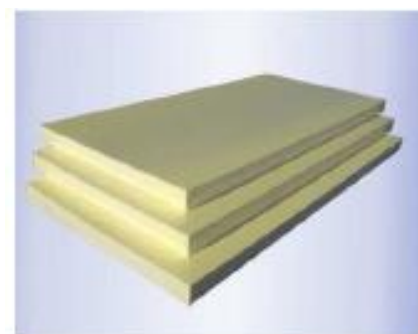
Pannelli in fibre di canapa e kenaf

Realizzazione di un cappotto interno classico con isolanti eco-efficienti in:

- CC 2.1 pannelli in sughero
- CC 2.2 pannelli in fibra di cellulosa
- CC 2.3 pannelli in fibra di canapa e kenaf

- Realizzazione di un cappotto interno classico con isolanti innovativi in:

- CC 3.1 pannelli isolanti in aerogel
- CC 3.2 pannelli isolanti in schiuma vegetale
- CC 3.3 pannelli isolanti sottovuoto



Pannelli in polistirene estruso (xps)

Realizzazione di un cappotto interno con intercapedine aerata con isolanti convenzionali in:

- CC 4.1 pannelli in fibra di poliestere eps
- CC 4.2 pannelli in fibra di poliestere xps

- CC 4.3 pannelli in lana di roccia

Realizzazione di un cappotto interno intercapedine aerata con isolanti eco-efficienti in:

- CC 5.1 pannelli in sughero
- CC 5.2 pannelli in fibra di cellulosa
- CC 5.3 pannelli in fibra di canapa e kenaf

Realizzazione di un cappotto interno intercapedine aerata con isolanti innovativi in:

- CC 6.1 pannelli isolanti multistrato termo-riflettenti
- CC 6.2 pannelli isolanti in schiuma vegetale
- CC 6.3 pannelli isolanti a transizione di fase pcm

Realizzazione di un cappotto interno a ridotto spessore con isolanti convenzionali in:

- CC 7.1 pannelli in fibra di poliestere eps
- CC 7.2 pannelli in fibra di poliestere xps
- CC 7.3 pannelli in lana di roccia

Realizzazione di un cappotto interno a ridotto spessore con isolanti eco-efficienti in:

- CC 8.1 pannelli in sughero
- CC 8.2 pannelli in fibra di cellulosa
- CC 8.3 pannelli in fibra di canapa e kenaf

Realizzazione di un cappotto interno a ridotto spessore con isolanti innovativi in:

- CC 9.1 pannelli isolanti in aerogel
- CC 9.2 pannelli isolanti in schiuma vegetale
- CC 9.3 pannelli isolanti a transizione di fase pcm

Per solai contro terra (cod. D):

Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio contro terra con pannelli isolanti e nuova pavimentazione

- D 1.1 pannello convenzionale in polistirene xps
- D 1.2 pannello eco-efficiente in fibra di canapa e kenaf
- D 1.3 pannello innovativo in schiuma vegetale

Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio contro terra con pannelli isolanti a ridotto spessore e nuova pavimentazione

- D 2.1 pannello convenzionale a ridotto spessore in polistirene xps
- D 2.2 pannello eco-efficiente a ridotto spessore in fibra di canapa e kenaf
- D 2.3 pannello innovativo a ridotto spessore di tipologia multistrato termo-riflettente

Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio contro terra tramite vespaio e inserimento di pannelli isolanti con nuova pavimentazione

- D 3.1 pannello convenzionale in polistirene xps
- D 3.2 pannello eco-efficiente in fibra di canapa e kenaf
- D 3.3 pannello innovativo in schiuma vegetale
- D 4.1 Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio contro terra con vetro cellulare sfuso e nuova pavimentazione

Per gli interventi sugli infissi e superfici vetrate (cod. E):

Recupero dell'infisso esistente e inserimento di nuovi vetri o trattamento degli esistenti con:

- E 1.1 vetrocamera classico 3-6-3 con aria
- E 1.2 vetrocamera classico 3-6-3 con argon
- E 1.3 vetrocamera basso emissivo 3-6-3 con aria
- E 1.4 vetrocamera basso emissivo 3-6-3 con argon



Recupero del serramento e trattamento dei vetri esistenti

Inserimento di un secondo infisso e recupero dell'esistente

- E 2.1 pellicola riflettente su vetro originario
- E 2.2 trattamento pirolitico basso emissivo su vetro originario
- E 3.1 Sostituzione dell'infisso con uno nuovo in alluminio, legno e vetrocamera
- E 4.1 Inserimento di un secondo infisso
- E 5.2 Inserimento di un secondo infisso e recupero dell'esistente

Interventi su solai verso sottotetto (cod. F)

Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio verso sottotetto con pannelli isolanti e nuova pavimentazione

- F 1.1 pannello convenzionale in polistirene xps

- F 1.2 pannello eco-efficiente in fibra di canapa e kenaf
- F 1.3 pannello innovativo in schiuma vegetale

Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio verso sottotetto con pannelli a ridotto spessore isolanti e nuova pavimentazione

- F 2.1 pannello convenzionale a ridotto spessore in polistirene xps
- F 2.2 pannello eco-efficiente a ridotto spessore in fibra di canapa e kenaf
- F 2.3 pannello innovativo a ridotto spessore di tipologia a transizione di fase pcm

Realizzazione di isolamento all'intradosso del solaio verso sottotetto con intercapedine mediante pannelli isolanti e controsoffittatura in cartongesso

- F 3.1 pannello convenzionale in polistirene xps
- F 3.2 pannello eco-efficiente in fibra di canapa e kenaf
- F 3.3 pannello innovativo multistrato termo-riflettente

Realizzazione di isolamento all'intradosso del solaio verso sottotetto con intercapedine mediante pannelli isolanti a ridotto spessore e controsoffittatura in cartongesso

- F 4.1 pannello convenzionale a ridotto spessore in polistirene xps
- F 4.2 pannello eco-efficiente a ridotto spessore in fibra di canapa e kenaf
- F 4.3 pannello innovativo a ridotto spessore di tipologia a transizione di fase pcm

Realizzazione di isolamento all'intradosso del solaio verso locali cantina con pannelli isolanti e successiva intonacatura

- F 5.1 pannello convenzionale in polistirene xps
- F 5.2 pannello eco-efficiente in fibra di canapa e kenaf
- F 5.3 pannello innovativo in schiuma vegetale

Sono stati inoltre studiate anche le possibilità di intervento per i problemi di deumidificazione. Sebbene l'eliminazione dell'umidità nelle murature non rappresenti un intervento di miglioramento energetico in sé, questo può essere considerato necessario in quanto la presenza di acqua all'interno delle strutture murarie, fenomeno che interessa gran parte degli edifici storici, influenza lo scambio di calore tra l'interno e l'esterno dell'edificio riducendo l'inerzia termica delle murature.

Per interventi di deumidificazione per le murature (cod. G):

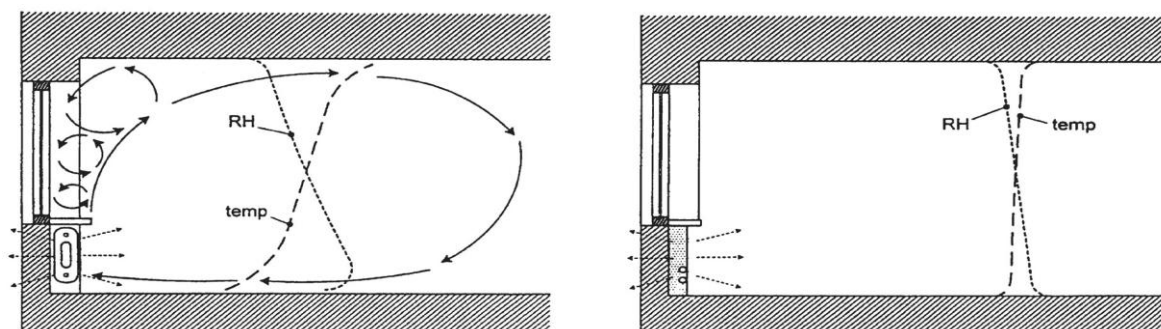
#### Riduzione dell'umidità all'interno delle murature

- G 1.1 intercettazione delle acque tramite scavo e posa in opera di membrane impermeabili e di tubature di raccolta / drenaggio
- G 2.1 intercettazione delle acque tramite scavo e creazione di una intercapedine verticale areata
- G 3.1 formazione di una barriera orizzontale continua realizzata tramite taglio meccanico della murature e inserimento di una membrana impermeabile orizzontale e continua
- G 4.1 formazione di una barriera orizzontale realizzata con iniezioni nella muratura di formulati chimici impermeabilizzanti
- G 5.1 realizzazione di un sistema ad elettrosmosi attiva
- G 6.1 utilizzo di intonaci macroporosi sulle murature esterne perimetrali
- G 7.1 realizzazione di un sistema ad onde elettromagnetiche
- G 8.1 installazione di sistema *temperierung* (tramite tubature) sulla parete a livello della pavimentazione.

#### Il sistema *Temperierung*

La propagazione del calore può aver luogo secondo differenti modalità: a differenza dei tradizionali termosifoni, i quali diffondono calore per convezione (l'aria è il fluido termovettore), *Temperierung* si affida all'irraggiamento, principio già utilizzato dai Romani negli edifici termali. Riproposto in area anglosassone tra Sette ed Ottocento, propagandato da John Soane, il sistema funziona attraverso pochi, studiamente localizzati tubi circolanti acqua calda, che cedono calore alle pareti dell'edificio, le quali emettono radiazioni assorbite dai corpi presenti nell'ambiente. La ormai ampiamente dimostrata versatilità del sistema garantisce elevato controllo termoigrometrico: la radiazione termica infatti non agisce sull'umidità relativa dell'aria, mantenendola costante, e non causa moti convettivi con conseguente spostamento di polveri. Il sistema costituisce inoltre una valida protezione dalle infiltrazioni di umidità per risalita capillare: la diminuzione di acqua all'interno della muratura ne aumenta le caratteristiche di coibenza,

e impedisce così la trasmigrazione dei sali ed il formarsi di efflorescenze in superficie.



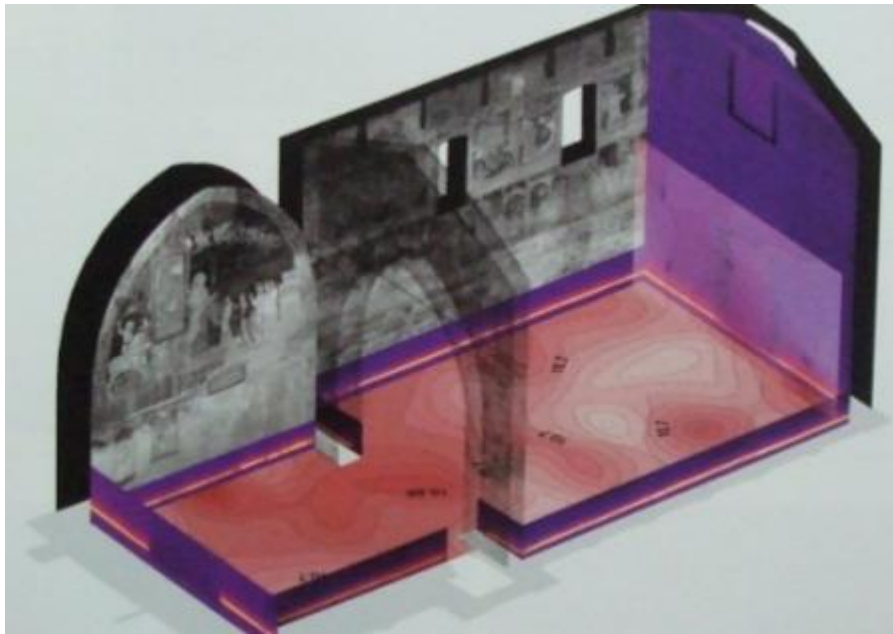
Schema di funzionamento del sistema *Temperierung*

Recenti applicazioni del sistema *temperierung* sono state realizzate nell'intervento di restauro nell'oratorio della chiesa di S. Stefano a Lentate sul Seveso a Milano<sup>16</sup>. In questa occasione è stato inserito al di sotto dell'intonaco a pochi centimetri dal pavimento un tubo in rame di 18 mm in cui circola acqua calda laddove le condizioni climatiche dell'ambiente avevano causata la quasi completa perdita degli strati del materiale dell'intonaco. Il monitoraggio post-intervento ha dimostrato una progressiva riduzione della umidità relativa migliorando notevolmente le condizioni di benessere nell'ambiente e dello stato di conservazione delle murature.



Interno della chiesa di S. Stefano a Lentate sul Seveso a Milano

<sup>16</sup> Si veda D. DEL CURTO, C. MANFREDI, G. PERTOT, V. PRACCHI, E. ROSINA, L. VALISI, *Prevenire il degrado da umidità dopo il restauro. Soluzioni impiantistiche per il controllo del microclima presso l'Oratorio di S. Stefano a Lentate sul Seveso*, in Biscontin G., Driussi G., (a cura di), *Pensare la prevenzione, manufatti, usi, ambienti*, Atti del XXVI Convegno "Scienza e Beni Culturali" (Bressanone, 13-16 luglio 2010), Venezia 2010.



Schema delle temperature all'interno della chiesa a seguito dell'inserimento dell'impianto temperierung.

### 2.1.3. Analisi di alcuni interventi di miglioramento energetico

Una attenta disamina degli interventi di riqualificazione energetica realizzati per lo più in ambito italiano nell'ultimo decennio, conferma come la tematica del miglioramento energetico degli edifici storici sia di grande attualità. L'ampia gamma di casi illustrati e analizzati mostra come sia ampiamente diffusa l'attitudine ad affrontare il tema della riqualificazione energetica degli edifici storici con le medesime tecnologie applicate agli interventi sul costruito di recente realizzazione (inserimento di cappotti esterni; sostituzione di infissi; rifacimenti di coperture; inserimento di impianti sottotraccia; etc.). L'assuefazione alle moderne possibilità tecnologiche fa pensare di poterle utilizzare *tout-court*, senza verificare lo stato energetico-tipologico dell'edificio, e, quindi, senza capire che ogni intervento può alterare il funzionamento energetico dell'edificio ed essere incompatibile con le esigenze conservative della materia storica che viene spesso sacrificata o mortificata. Nella pratica corrente degli ultimi decenni, il problema del miglioramento energetico nell'ambito dei fabbricati storici, o meglio, dei sistemi urbani composti da edifici storici, è stato finora affrontato solo episodicamente e neppure la legge nazionale prende in considerazione il *retrofit*<sup>17</sup> di manufatti storici, consentendo di fatto di non intervenire su questi edifici per la diminuzione del loro impatto ambientale e lasciando carta bianca alle decisioni in merito alle caratteristiche prestazionali.

La logica della assoluta riduzione dei consumi ha spesso sottovalutato il comportamento passivo degli edifici, puntando quasi esclusivamente sull'impiantistica per compensare le variazioni climatiche confondendo spesso l'intervento secondo criteri di sostenibilità ambientale con l'intervento di efficientamento energetico. La tradizione costruttiva non ignorava i fattori climatici soprattutto nei contesti ambientali più estremi. Le buone regole dell'arte, prevedevano, a seconda dei contesti, specifici accorgimenti costruttivi per compensare le variazioni climatiche in luogo dell'impiantistica moderna. Fondamentali erano, ad esempio, la scelta del sito, l'orientamento, l'inclinazione delle coperture, i sistemi di ombreggiatura, il colore della superficie esterna, la dimensione e collocazione delle aperture, ecc.. Un elemento fondamentale, soprattutto nel caso

<sup>17</sup> Per retrofit energetico dell'edificio (o riqualificazione energetica) si intendono tutte le operazioni, tecnologiche e gestionali, atte al conferimento di una nuova (prima inesistente) o superiore (prima inadeguata) qualità prestazionale alle costruzioni esistenti dal punto di vista dell'efficienza energetica, volte cioè alla razionalizzazione dei flussi energetici che intercorrono tra sistema edificio (involucro e impianti) ed ambiente esterno. (Definizione tratta da U. SASSO (a cura di), Il Nuovo Manuale Europeo di Bioarchitettura, Roma, 2008, sez. H, p. 50.



dell'edilizia minore che caratterizza i centri storici, è rappresentato dalle dispersioni termiche attraverso gli involucri esterni, realizzati con materiali selezionati più per la facilità di reperibilità sul posto che per le specifiche qualità di isolamento termico. Se nel caso dei complessi monumentali tale criticità viene in parte compensata dal notevole spessore delle murature e dalla selezione dei materiali costruttivi, nel caso della cosiddetta "edilizia minore", tali dispersioni possono determinare dei costi di gestione insostenibili. Di contro, la soluzione non sta nel rivolgersi alle forme costruttive del passato con la modalità di intervento contemporanea che disgiunge l'unitarietà e l'organicità del manufatto smembrandolo in parti da "migliorare isolatamente". È stato già sottolineato<sup>18</sup> come ogni edificio storico sia da considerarsi nella sua complessità sistemica all'interno della quale non è possibile isolare una delle sue parti non funzionanti, come si farebbe con una macchina. Per tale ragione è opportuno invece considerarne il funzionamento globale delle singole parti in relazione con il tutto.

Di seguito viene proposta la trattazione di alcuni interventi di miglioramento energetico realizzati negli ultimissimi anni. Sebbene, come detto in precedenza, ogni intervento di miglioramento energetico non si occupi esclusivamente di una parte dell'edificio ma si realizza sul complesso, si è tentato di suddividere gli esempi analizzati secondo delle classi di intervento che si soffermano principalmente su una delle componenti architettoniche. Tale suddivisione vuole essere un modo per esaminare criticamente le tecniche e le tecnologie in uso nell'ultimo decennio negli interventi che si prefiggono di riqualificare energeticamente gli edifici storici. Per questa ragione si propone la seguente classificazione:

- Interventi di miglioramento sulle coperture (cod. A e B )<sup>19</sup>
- Interventi di miglioramento sulle murature esterne ed interne (cod. C e CC)
- Interventi di miglioramento sugli infissi e superfici vetrate (cod. E)
- Interventi di miglioramento per addizione (inserimento di nuovi corpi di fabbrica o di controfacciate).

---

<sup>18</sup> Sulla valenza sistemica dell'architettura storica si vedano i contributi: S. DELLA TORRE, G. MINATI, *Conservazione e manutenzione del costruito*, in «Il progetto sostenibile», 2004, n. 2, pp. 12-18 e C. FEIFFER, *Compatibilità tra Conservazione e Sostenibilità*, in «Recupero e conservazione», 2009, n.87, pp. 28-31 e n. 88, pp. 32-35.

<sup>19</sup> Cfr. la codificazione nel paragrafo 2.1.2.

Si è scelto, inoltre, di considerare in un paragrafo a sé stante<sup>20</sup> il caso dell'uso di impianti fotovoltaici su edifici e contesti storici in quanto l'uso di questa tecnologia può avvenire sia in copertura che in facciata e in ogni caso afferisce alla sfera degli impianti per la produzione di energia. Per tale ragione si è scelto di approfondire l'argomento attraverso la presentazione di alcuni casi emblematici di integrazione, più o meno invasiva, dei pannelli fotovoltaici su edifici tutelati. Nuove soluzioni tecnologiche in ambito delle fonti rinnovabili, e del fotovoltaico in particolare, aprono a una vasta gamma di soluzioni progettuali che consentono un impiego molto maggiore anche in situazioni delicate dal punto di vista della ricerca estetica. Laddove, infatti, le caratteristiche di compatibilità siano primarie (come ovviamente nel caso del restauro) sono state trovate soluzioni più adatte dal punto di vista formale anche a scapito di un rendimento ottimale. E' possibile perciò estendere tale filosofia a qualunque intervento che si avvalga di nuove tecnologie sulle preesistenze di interesse storico-artistico per invogliare gli addetti ai lavori ad una progettazione migliore per migliorare l'accettabilità<sup>21</sup> del nuovo sull'antico e per confermare, secondo un principio già consolidato, la necessità del dialogo tra l'architettura contemporanea e quella antica.

---

<sup>20</sup> Cfr. paragrafo 2.1.3.1.

<sup>21</sup> Parafrasando il motto *"Improved design can improve the acceptability of PV technology"* del gruppo di ricerca PVACCEPT che si è occupato di studiare l'accettabilità dei sistemi fotovoltaici da parte dell'opinione pubblica, in PVACCEPT, *Final Report*, p.7.

## Interventi di miglioramento sulla copertura (Cod. A):

### *Maso Huber sul Monte Froller (Rodengo)<sup>22</sup>*

Il progetto di miglioramento energetico del Maso Huber, premio "Ottimizzazione energetica nelle ristrutturazioni" 2008 della Provincia di Bolzano, riguarda un complesso costituito da un edificio abitativo e da un grande fienile risalenti al XIV-XV secolo. L'intervento ha interessato soprattutto la residenza, riducendo il fabbisogno energetico da 151 a 57 KWh/mqa. Tale obiettivo è stato raggiunto attraverso l'inserimento di un cappotto interno di blocchi di cemento cellulare; la sostituzione del pavimento in terra battuta da un pacchetto di 50 cm di riempimento in schiuma di vetro granulare in funzione di isolamento termico e di drenaggio; l'inserimento di pannelli isolanti in fibra di legno da 2+2 cm; l'inserimento di uno strato isolante di pannelli in fibra di legno placcati da pannelli in cartongesso da 16 e 20 cm sulla copertura e sulle pareti



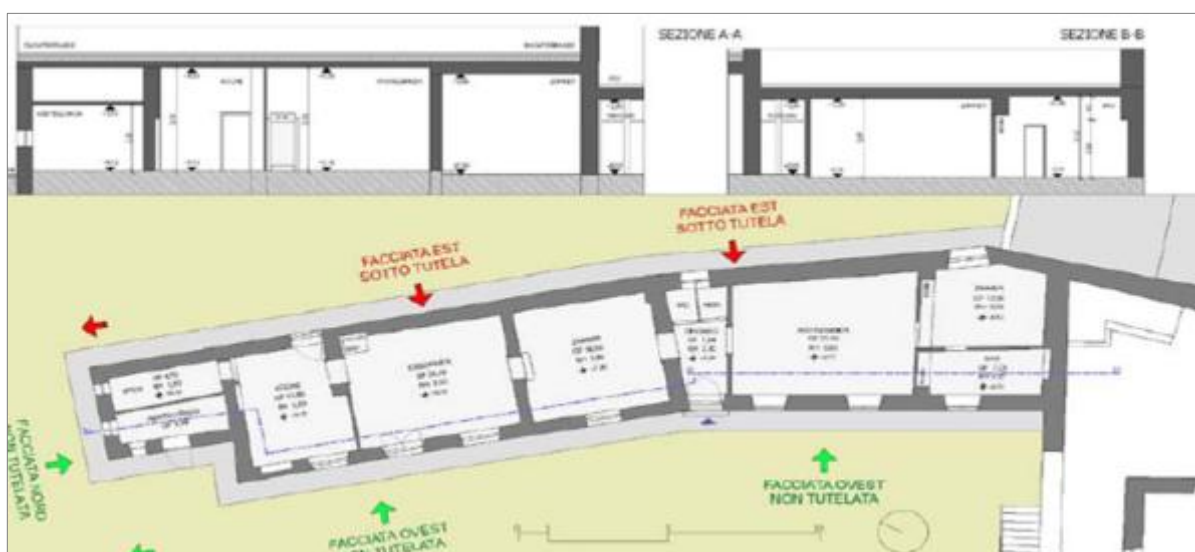
<sup>22</sup> Si veda [www.in-arte.it/pages/italiano/progetti/ristrutturazioni/rofroe.php](http://www.in-arte.it/pages/italiano/progetti/ristrutturazioni/rofroe.php); P. DAVOLI, *Il restauro energetico-ambientale degli edifici storici. Un percorso progettuale tra antichi saperi, costruzioni tutelate e tecnologie innovative* (parte prima), in «Recupero e conservazione», n. 90, 2010, p. 59.

esterne; la collocazione sul tetto del fienile di un impianto fotovoltaico per coprire il fabbisogno energetico dell'intero complesso. L'intervento di risanamento energetico, seppure usi dei materiali estranei alla tradizione alpina, si misura con l'edificio rispettandone la figuratività.

## Interventi di miglioramento sulle murature esterne ed interne (Cod. C e CC):

### **Casa Glauber, Bolzano.**<sup>23</sup>

L'intervento interessa un'ala del palazzo "Klofer" a Bolzano eretto nel 1749, ed in particolare, la residenza Glauber utilizzata inizialmente come serra per agrumi e nel 1925 trasformata in residenza. Il cambio di destinazione d'uso ha comportato il ridimensionamento delle grandi vetrate che caratterizzavano la limonaia e l'inserimento di tramezzi interni per la realizzazione delle stanze. Il progetto redatto dall'arch. M. Benedikter si propone un duplice obiettivo: recuperare il carattere architettonico originario dell'edificio, e, nello stesso



<sup>23</sup>Si veda AA.VV., *Casa Glauber. Una riqualificazione modello*, in «KlimaHaus\_CasaClima», n. 3, 2008, pp. 22-25; Ufficio risparmio energetico della provincia autonoma di Bolzano (a cura di), *L'efficienza energetica nelle ristrutturazioni*, Frangarto (Bz), 2007, p.15-18; [http://www.agenziacasaclima.it/fileadmin/user\\_upload/Tagung.pdf/Tagung\\_Roma\\_2008/Benedikter\\_Manuel\\_Efficienza\\_energetica\\_nella\\_riqualificazione\\_i\\_principi\\_e\\_le\\_applicazioni\\_nell'edilizia.pdf](http://www.agenziacasaclima.it/fileadmin/user_upload/Tagung.pdf/Tagung_Roma_2008/Benedikter_Manuel_Efficienza_energetica_nella_riqualificazione_i_principi_e_le_applicazioni_nell'edilizia.pdf); P. DAVOLI, *Il restauro energetico-ambientale degli edifici storici. Un percorso progettuale tra antichi saperi, costruzioni tutelate e tecnologie innovative* (parte prima), in «Recupero e conservazione», n. 90, 2010, p. 59; <http://www.agenziacasaclima.it/it/agenzia-casaclima/chissiamo/casaclima-awards-casa-glauber-bolzano/354-6643.html>.



tempo, migliorare le sue prestazioni energetiche per ridurre i consumi che si aggiravano intorno ai 490 Kwh/mq e raggiungere la Classe A+ secondo il protocollo CasaClima. L'edificio risulta costituito da pareti in pietrame con spessori fino a 70 cm che danno vita ad un corpo allungato e stretto. L'intervento di miglioramento energetico si propone di incrementare



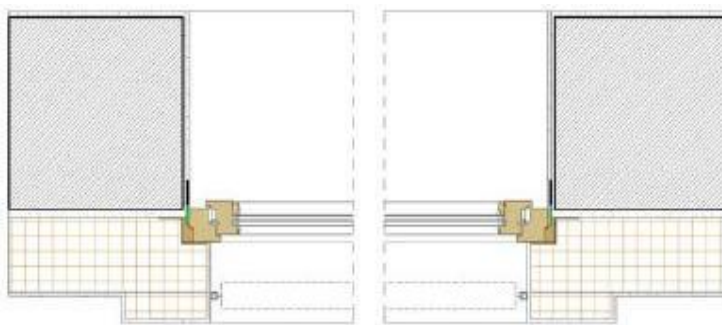
Inserimento dell'isolamento all'esterno della muratura.

la coibentazione delle pareti e dei solai attraverso l'inserimento di cappotti di isolamento che vengono applicati all'interno sui prospetti est e nord, entrambi sottoposti a vincolo dalla Soprintendenza di Bolzano, e all'esterno sul prospetto ovest. Il pacchetto del cappotto sia interno che esterno è costituito da pannelli di lana di roccia (14 cm per l'interno e 20 cm per l'esterno), con barriera al vapore per evitare i fenomeni di condensa. Per evitare i ponti termici dovuti alla

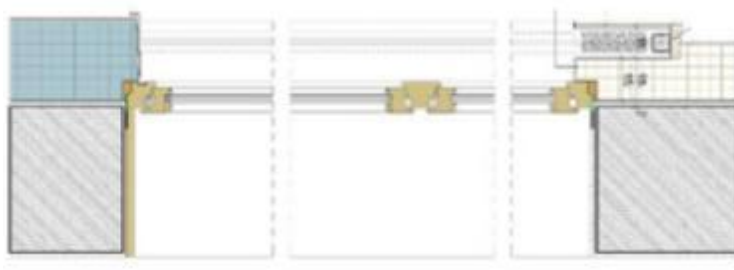


Sezione costruttiva con le quattro varianti di isolamento

discontinuità di isolamento interno/esterno, i due strati di isolamento interno /esterno sono stati sovrapposti per alcuni metri. La duplicità di tecnologie di isolamento, cappotto interno sul lato est ed esterno sul lato ovest e nord, ha comportato non pochi problemi nella soluzione di copertura. Nel tetto infatti, per evitare che le teste delle travi poggiassero sulla parete fredda del prospetto isolato internamente, è stato inserito un pacchetto di copertura con intercapedine ventilata (come visibile nell'immagine). Il pavimento è stato rimosso per l'inserimento dello strato isolante e la collocazione degli impianti di riscaldamento a terra. Su entrambi i prospetti sono stati inseriti infissi in legno a triplo vetro. Sul prospetto ovest, che dà sul giardino interno, sono state allargate le aperture per riportarle alle grandi vetrature della vecchia limonaia. In questo caso il telaio degli infissi è stato posto all'esterno per allinearsi allo spessore del cappotto esterno ed avere quindi un' uniformità di piano sulla parete esterna. Sul prospetto est, dove l'isolamento è stato effettuato attraverso l'inserimento di un cappotto interno, gli infissi sono stati collocati all'esterno in corrispondenza della muratura. Seppure l'intervento di riqualificazione energetica è stato classificato come



Posizionamento degli infissi sul prospetto est (isolante posto all'interno)



Posizionamento degli infissi sul prospetto ovest (isolante posto sull'esterno)



Sostituzione degli infissi esterni

miglior progetto CasaClima 2008 nella categoria delle ristrutturazioni per aver ridotto il fabbisogno energetico da 490 a 30 KWh/mqa, sul piano della conservazione risulta essere molto invasivo e poco rispettoso dell'autenticità ed integrità materica e storica dell'edificio. Le frequenti operazioni di sostituzione degli infissi, dei pavimenti, di rifacimento delle coperture, degli intonaci, ci restituiscono un edificio che, seppur ha acquistato efficienza dal punto di vista del risparmio energetico, ha perso altrettanto dal punto di vista della conservazione.



Rifacimento del solaio contro-terra e inserimento degli impianti di riscaldamento a pavimento



**Casa Spechtenhauser, Lasa (BZ)** <sup>24</sup>.

Premio "Ottimizzazione energetica nelle ristrutturazioni" edizione 2006 della Provincia di Bolzano per l'intervento di recupero ai fini residenziali di un antico fienile risalente alla fine dell'Ottocento con massicce murature a vista, elemento tipico della cittadina di Lasa e per questo posto sotto tutela. Alla muratura esistente è stata accostata una nuova struttura autonoma intermediata da una camera d'aria. La coibentazione, realizzata con pannelli in minerale espanso da 6 cm, è posta sul lato interno, mentre nella copertura sono stati inseriti dei pannelli isolanti in fibra di legno da 14 cm. Le nuove finestre inserite sul prospetto sono dotate di vetri termoisolanti. L'intero intervento ha ridotto il fabbisogno energetico a 90 KWh/mqa. Il progetto della nuova destinazione d'uso si inserisce all'interno dell'antico fienile staccandosi dalla struttura preesistente. Si tratta, pertanto, di un



<sup>24</sup> Si veda Ufficio risparmio energetico della provincia autonoma di Bolzano (a cura di), *L'efficienza energetica nelle ristrutturazioni*, Frangarto (Bz), 2007, p.12; <http://www.provincia.bz.it/acque-energia/download/endkarten.pdf>; P. DAVOLI, *Il restauro energetico-ambientale degli edifici storici. Un percorso progettuale tra antichi saperi, costruzioni tutelate e tecnologie innovative* (parte prima), in «Recupero e conservazione», n. 90, 2010, p. 60.

inserimento del nuovo sull'antico in cui i due linguaggi sembrano dialogare abbastanza bene. Il risparmio energetico e la riduzione dei consumi sono affidati esclusivamente alla qualità prestazionale dei nuovi materiali inseriti omettendo perciò le qualità intrinseche della struttura originaria che funge, quindi, solo da "antico contenitore".

**Edificio storico in Via Porta Brennone 21, Reggio Emilia**<sup>25</sup>.

Il progetto denominato "Brennone 21" è un esempio reale di sperimentazione di metodologie e tecniche di progetto per codificare il risanamento tipologico ed energetico del patrimonio edilizio storico. Insignito del Premio Sostenibilità 2011, organizzato dall'Agenzia per l'Energia e lo Sviluppo Sostenibile di Modena-AESS e coordinato da Bioecolab, l'intervento si inserisce in un contesto



Confronto tra i prospetti prima e dopo l'intervento

tipico delle città storiche del Bel Paese: un edificio inserito all'interno di una cortina di fabbricati a schiera che si sviluppa in profondità. Tipo edilizio a schiera a profondità elevata, occupato da due unità abitative e due studi professionali, è il risultato di una serie di interventi di recupero tipologico ed energetico per portare l'edificio ad un funzionamento passivo ed annullare l'immissione di gas serra in atmosfera (Carbon Zero).



Prospetto dell'isolato con inserimento del prospetto di progetto

Il recupero dell'edificio mira innanzitutto alla corretta percezione del tipo edilizio: il cortile interno esistente viene restituito nella sua conformazione originaria, il giardino retrostante è pensato come un'estensione degli spazi interni, la scala comune riprende

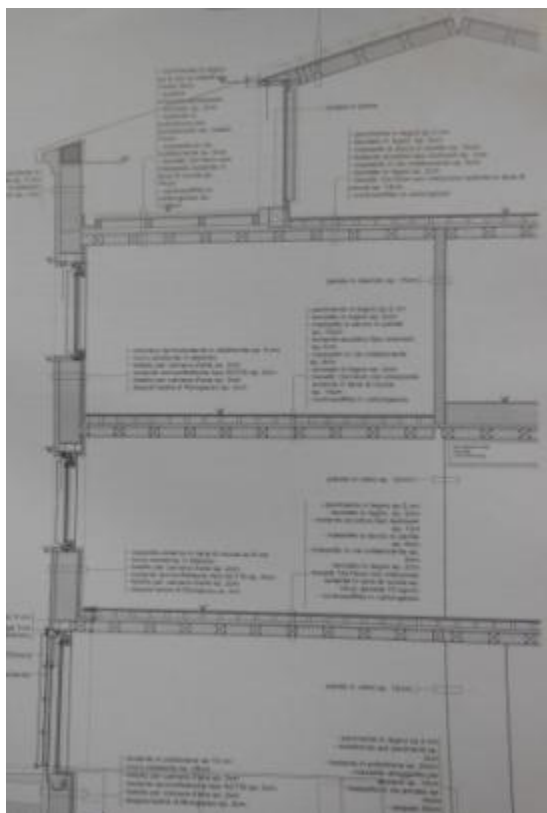
<sup>25</sup> Si veda ; P. DAVOLI , *Il restauro energetico-ambientale degli edifici storici. Un percorso progettuale tra antichi saperi, costruzioni tutelate e tecnologie innovative* (parte seconda), in «Recupero e conservazione», n. 91, 2010, p. 44; RINALDI A., *Il recupero carbon zero dell' edilizia storica*, in «Recupero e conservazione», n. 94, 2010, pp. 40-47; P. DAVOLI, *Il recupero energetico ambientale del costruito*, Santarcangelo di Romagna, 2010, p. 161-165.

forma e dimensioni proprie del tipo, aprendosi sul cortile interno così come in molte tipologie cittadine, gli spazi interni sono resi ampi, flessibili e luminosi.

La necessità di trasformare l'antico impianto in due unità abitative affiancate da due aree per uffici ha permesso ai progettisti dello studio Laboratorio di Architettura di andare oltre il semplice intervento di recupero, dedicandosi alla trasformazione dell'edificio antico in una struttura dalla grande efficienza energetica, annullando l'immissione di gas serra nell'atmosfera. Grande lavoro è stato svolto per migliorare l'entrata della luce esterna e per favorire un corretto apporto solare degli interni. Il giardino interno è stato reso una continuazione dello sviluppo in profondità dell'edificio, identificandosi come una corte nascosta. La concezione di *passivhaus* di derivazione tedesca prevede l'eliminazione di impianti per il riscaldamento invernale e la totale cancellazione delle immissioni inquinanti nell'aria. L'efficienza energetica in questo caso è ottenuta grazie ad una progettazione che prevede un lieve incremento di spessore degli involucri isolanti. Insieme a questo accorgimento, sono stati utilizzati degli isolanti termo-riflettenti, intonaci termo-deumidificanti, massetti a secco e infissi a triplo vetro con gas. Per il comfort interno, l'unico sistema utilizzato è un impianto di ventilazione meccanica con recuperatore di calore alimentato con un impianto geotermico superficiale, addizionato



Il prospetto dopo l'intervento



Sezione esecutiva

con una batteria di post-riscaldamento alimentata con pannelli fotovoltaici. Questi ultimi sono stati integrati nelle coperture in modo complanare alle tegole.

Il progetto si occupa di una unità edilizia inserita all'interno di un isolato del centro storico di Modena. Malgrado si tratti di unità che in molti casi hanno perso la loro configurazione tipologia originaria, presentano comunque una certa omogeneità di prospetto nel numero di piani, posizione delle aperture, uniformità dei materiali e di coloriture etc...Caratteristiche che, già prima dell'intervento, l'edificio aveva già perso (come è visibile dalle immagini del prospetto prima e dopo l'intervento) e che i progettisti, in questa occasione, scelgono di non ristabilire.



**Casa in Via dei Vanga a Bolzano.**<sup>26</sup>

L'intervento riguarda un fabbricato vincolato situato nel centro di Bolzano. Sul prospetto principale caratterizzato da modanature, cornici ed ornamenti architettonici, e per questo sottoposto a vincolo di tutela dalla Soprintendenza, è stato inserito un cappotto interno costituito da pannelli in fibra di legno da 4 cm e finitura in argilla da 3 cm per facilitare l'effetto spugna a contatto con il muro in pietra e perciò senza barriera al vapore sul lato "caldo" dell'isolante. Sul prospetto a nord invece, è stato inserito un cappotto esterno realizzato con pannelli in fibra di legno da 10 cm e finitura con intonaco termoisolante a base di calce idraulica naturale di 2 cm di spessore. Anche la copertura è stata isolata con pannelli in fibra di legno. Il fabbisogno energetico dell'edificio è stato ridotto da 164 a 67 KWh/mqa (classe C, standard CasaClima). L'intervento, nella duplice scelta di isolamento (interno sul prospetto principale ed esterno sulla corte) mostra una certa sensibilità alle problematiche della conservazione confermata anche nella scelta dei materiali naturali utilizzati per le finiture.



Il prospetto principale dell'edificio



Posa in opera dell'intonaco termoisolante sul prospetto non vincolato

<sup>26</sup> Si veda Ufficio risparmio energetico della provincia autonoma di Bolzano (a cura di), *L'efficienza energetica nelle ristrutturazioni*, Frangarto (Bz), 2007, p. 22; P. DAVOLI, *Il restauro energetico-ambientale degli edifici storici. Un percorso progettuale tra antichi saperi, costruzioni tutelate e tecnologie innovative* (parte prima), in «Recupero e conservazione», n. 90, 2010, p. 64.

**Edificio Nietengasse 20 a Zurigo<sup>27</sup>.**

Il risanamento energetico dell'edificio si concretizza nell'inserimento di uno strato di 28 cm di isolante posto all'esterno sulla facciata posteriore e in copertura, e di un cappotto interno con pannelli sottovuoto sul prospetto principale che è realizzato con mattoni a faccia vista e cornici che demarcano i quattro interpiani dell'edificio. Attraverso queste operazioni di risanamento energetico si è ridotto il fabbisogno energetico dell'edificio a 10 Kwh/mqa



Prospetto dell'edificio

come previsto dallo standard svizzero Minergie-P.<sup>28</sup>

<sup>27</sup> Si veda P. DAVOLI, *Il restauro energetico-ambientale degli edifici storici. Un percorso progettuale tra antichi saperi, costruzioni tutelate e tecnologie innovative* (parte seconda), in «Recupero e conservazione», n. 91, 2010, p. 47.

<sup>28</sup> MINERGIE® è un'etichetta di qualità per edifici nuovi e rimodernati. Lo standard MINERGIE-P® caratterizza e qualifica edifici che tendono ad avere un consumo energetico ancora più basso di MINERGIE.

**Sodastrasse 40 Meisterhaus (Manor house) Ludwigshafen (Germania)<sup>29</sup>**

L'edificio, risalente al 1892, è stato oggetto nel 2005 di un intervento di riqualificazione energetica che ha migliorato notevolmente le condizioni energetiche dello stesso riducendo i consumi da 353 a 54 Kwh/mqa. Le operazioni effettuate hanno riguardato le componenti architettoniche, quali murature esterne e copertura, ma anche l'inserimento di un impianto di ventilazione forzata e un collettore solare per l'acqua calda sanitaria. L'intervento sulle murature è quello che ha contribuito maggiormente alla riduzione dei consumi poiché è stato



L'edificio prima dell'intervento



L'edificio dopo l'intervento

inserito, all'interno in quanto i prospetti sono in mattoni a faccia vista, uno strato di isolante da 8 cm. Le finestre sono state sostituite con



Interventi di isolamento effettuati sulla copertura e sulla muratura

<sup>29</sup> Esempio presentato in occasione della conferenza dell'Unione Europea *Sustainable Energy Week* (9-13 febbraio 2009) tenutasi a Bruxelles, si veda <http://www.rics.org/NR/ronlyres/E3A8402E-05FA-44D9-9257-8C859D4FC25D/0/11QuentindeHults.pdf>; [http://www.rics.org/site/download\\_feed.aspx?fileID=7062&fileExtension=PDF](http://www.rics.org/site/download_feed.aspx?fileID=7062&fileExtension=PDF); <http://www.ecobuild-project.org/docs/ECOBUILD-Deliverable1.pdf>;



finestre altamente isolanti e la sulla copertura lo strato di isolante è stato aumentato da 12 a 40 cm.

In questo intervento, presentato come esemplare alla conferenza europea *Sustainable Energy Week* del 2009 a Bruxelles, il miglioramento delle condizioni energetiche dell'edificio è affidato quasi esclusivamente alle caratteristiche dell'isolante.

***Bâtiment Génération E" a Fontenay sous Bois (Parigi)<sup>30</sup>.***

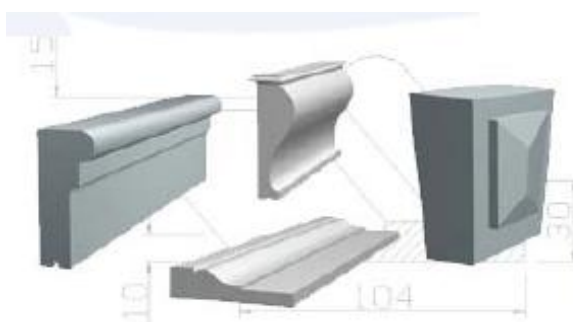
Il Palazzo, costruito nei primi Novecento, è stato restaurato nel 2006 secondo i criteri del miglioramento energetico. Le operazioni hanno riguardato le pareti, il tetto, i pavimenti ed i soffitti, dove è stato utilizzato il Neopor, mentre per la coibentazione delle murature esterne è stato usato un altro tipo di isolante tecnologicamente innovativo e sperimentato per la prima volta su questo edificio. Anche questo progetto è stato illustrato nel corso della conferenza dell'Unione Europea a Bruxelles *Sustainable Energy Week* del 2009 come caso esemplare. A seguito della riqualificazione energetica il fabbisogno annuo è stato ridotto da 400 a 50 Kwh/mqa. Ciò è stato possibile grazie all'inserimento di un sistema di isolante dallo spessore di 20 cm che, malgrado il manufatto presenti su tutti i prospetti cornici che demarcano i tre interpiani, timpani sopra le finestre, paraste



Prospetto dell'edificio prima dell'intervento



Prospetto dell'edificio dopo l'intervento



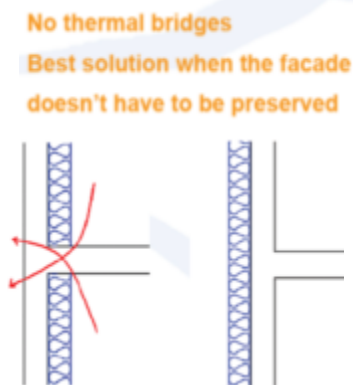
Pannelli isolanti che ripropongono le modanature del prospetto



<sup>30</sup> Cfr. nota precedente.

d'angolo con capitelli e modanature varie, si adagia uniformemente su tutti i fronti. Collocare all'esterno lo strato di isolante riduce certamente la possibilità di formazione dei ponti termici e, a parità di spessore, assolve in modo migliore alle sue funzioni di coibentazione. In altri casi però, a causa della presenza di modanature e cornici sul prospetto, si è scelto di inserire la coibentazione all'interno a tutela della facciata dell'edificio. Così non è stato nel caso in esame: laddove il prospetto presenta delle modanature o dei cambi di piano, sono stati inseriti degli elementi di isolante speciali, realizzati appositamente, che ripropongono le modanature presenti. Questo intervento, in cui si sottolinea che il risultato ottenuto è «una facciata rinnovata con il medesimo aspetto»<sup>31</sup>, in

realità ci restituisce soltanto le stesse forme del palazzo prima del restauro, tralasciando la sua autenticità materiale. Interventi del genere, in cui il principale criterio di giudizio è il confronto tra



Schema posizionamento isolante



- Renewed facade with same aspect
- But with 20cm insulation!



Prima e dopo l'intervento

l'immagine dell'edificio prima e dopo il restauro, sono molto pericolosi per il nostro patrimonio storico-artistico-culturale. Soltanto il superamento della "logica degli occhi"<sup>32</sup> potrà aprire la strada ad interventi più rispettosi dei manufatti storici.

<sup>31</sup> Slogan utilizzato sulle slide di presentazione del progetto in occasione della conferenza europea *Sustainable Energy Week* (9-13 febbraio 2009) tenutasi a Bruxelles, <http://www.ecobuild-project.org/docs/ECOBUILD-Deliverable1.pdf>;

<sup>32</sup> V. PRACCHI, *La logica degli occhi. Gli storici dell'arte, la tutela e il restauro dell'architettura tra positivismo e neoidealismo*, Milano-Como, 2000.

## Interventi di miglioramento sugli infissi e superfici vetrate (Cod. E):

### **Museo Bardini a Firenze. Arch. G. Lombardi e Centro Interuniversitario ABITA<sup>33</sup>.**

All'interno del progetto MUSEUM,<sup>34</sup> il Museo Bardini a Firenze rappresenta il caso studio condotto dall'unità scientifica italiana che ha avuto la consulenza energetica del Centro Interuniversitario ABITA<sup>35</sup>. Il Museo, progettato nel 1813, si trova all'interno del centro storico di Firenze. Le problematiche energetiche di cui soffriva il museo prima dell'intervento erano soprattutto legate alle condizioni igrometriche interne e di qualità dell'aria inadatte ai visitatori e allo staff del museo stesso; alla mancanza di un controllo ambientale e di sistemi di monitoraggio; ad un uso non razionale dell'energia che causava eccessivi consumi energetici.

Le azioni di ristrutturazione energetica sono state volte al miglioramento della qualità dell'aria attraverso l'installazione di un impianto di climatizzazione ad alto



Prospetto principale del Museo Bardini



Soluzione di schermatura interna degli infissi

<sup>33</sup> Si veda P. GALLO, *Il Museo Bardini a Firenze: potenzialità e prestazioni dell'organismo edilizio esistente*, in M. CANNAVIELLO, A. VIOLANO, *La certificazione energetica degli edifici esistenti. Leggi e norme di riferimento; metodologie, strumenti e modelli di calcolo; casi esemplificativi*, Milano 2007, pp. 259-270; <http://www.centroabita.unifi.it/mdswitch.html>.

<sup>34</sup> Energy efficiency and sustainability in retrofitted and new museum buildings, progetto europeo sull'efficienza energetica e sulla sostenibilità negli edifici museali che prevede lo studio e la realizzazione di interventi strategici di recupero in chiave energetica in otto edifici adibiti a museo localizzati in tutta Europa allo scopo di fornire esempi validi per i futuri interventi in questo settore.

<sup>35</sup> Il Centro ABITA (Architettura Bioecologica e Innovazione Tecnologica per l'Ambiente) è un Centro Interuniversitario di Ricerche tra le sedi universitarie di Firenze, Napoli, Genova, Roma, Milano, Torino e Reggio Calabria.



rendimento; al contenimento dei consumi energetici attraverso l'integrazione di strategie per il guadagno solare passivo e l'applicazione di tecnologie a basso impatto ambientale; all'integrazione di sistemi di illuminazione naturale attraverso la progettazione dei nuovi elementi vetrati del lucernario e l'installazione di lampade ad alto rendimento. Prima operazione effettuata per ridurre le eccessive dispersioni dell'involucro edilizio è stata quella della sostituzione degli infissi nel livello del sottotetto adibito a deposito (considerato di scarsa rilevanza conservativa),



Il lucernario dall'interno della sala espositiva



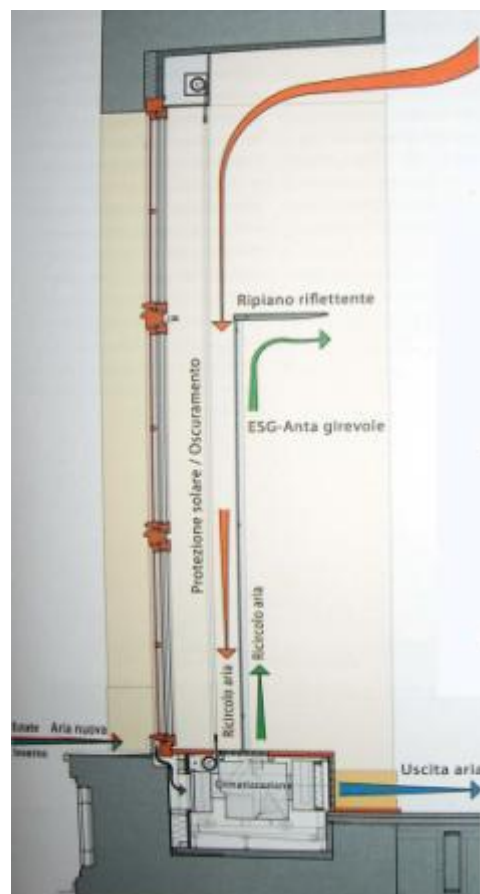
Sistema di schermatura di nuovi vetri inseriti nel lucernario

con l'installazione di nuovi telai e doppi vetri schermati da un filtro protettivo e da un sistema di tende interne per ridurre l'irraggiamento e l'accumulo di calore. È stato inoltre incrementato il grado di isolamento della copertura con l'inserimento di uno strato di isolante di sughero da 10 cm ed è stata inserita una camera di ventilazione sottotegola per ridurre il carico termico. Il grande lucernario, che sovrasta la sala centrale del piano terra, è un soffitto cassettonato in cui, col tempo, sono state sostituite le formelle decorate con elementi trasparenti per favorire l'ingresso della luce naturale. Durante l'intervento di miglioramento energetico si è provveduto alla sostituzione degli elementi vetrati con un materiale di ultima generazione, studiato appositamente per realizzare controsoffitti traslucidi e retroilluminanti perfettamente uniformi<sup>36</sup>.

<sup>36</sup> Sistema Barrisol brevettato per controsoffittature e per rivestimenti interni. Il telaio è caratterizzato da una membrana in pvctermotesa caratterizzata da notevoli proprietà di leggerezza e versatilità della membrana con elevate caratteristiche di trasmissione della luce naturale.

### Edificio Zeughaus-Deutsches Historisches Museum di Berlino<sup>37</sup>.

Si tratta di un intervento di trasformazione in museo di parte dell'edificio Zeughaus, precedentemente destinato ad abitazione privata. Il miglioramento climatico degli spazi interni si ottiene ottimizzando il sistema di climatizzazione estivo-invernale inserendo, in corrispondenza di ogni apertura con finestra, delle unità di condizionamento che sfruttano l'ampio spessore della muratura. Ogni unità è collocata sotto la soglia interna della finestra e non è visibile dall'esterno se non attraverso delle griglie che permettono il passaggio dell'aria verso l'ambiente interno sia per il condizionamento che per il ricircolo dell'aria. Un sistema di doppie lastre di vetro abbinato alle finestre facilitano il ricambio d'aria e l'oscuramento dalla luce solare diretta. La possibilità di inserire le unità di condizionamento all'interno della muratura permette non solo un recupero di superficie utile, ma anche l'eliminazione del sistema di canalizzazione degli impianti altamente invasivo per gli interni di una struttura museale. La finestra-impianto, seppur tecnologicamente articolata, diventa una soluzione favorevole per la possibilità d'essere prodotta fuori opera e inserita, quindi, anche nei casi di intervento sulle preesistenze storiche.



Sezione della finestra-impianto

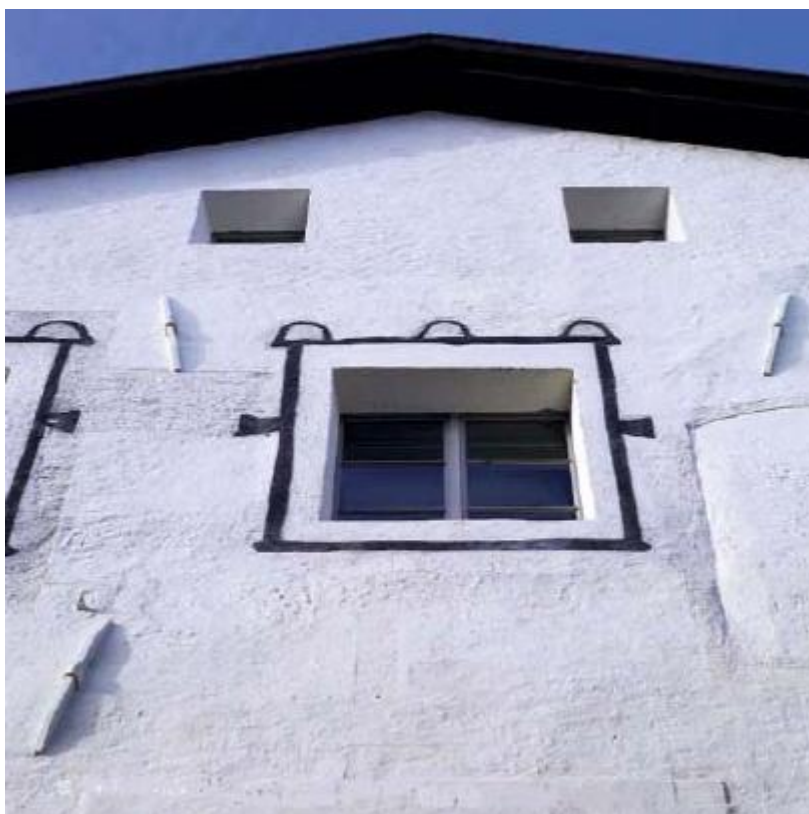


Finestra-impianto dopo l'intervento

<sup>37</sup> Si veda P. DAVOLI, *Il restauro energetico-ambientale degli edifici storici. Un percorso progettuale tra antichi saperi, costruzioni tutelate e tecnologie innovative* (parte seconda), in «Recupero e conservazione», n. 91, 2010, p. 46.

**Casa Aichner, Città Alta, Chiusa.**<sup>38</sup>

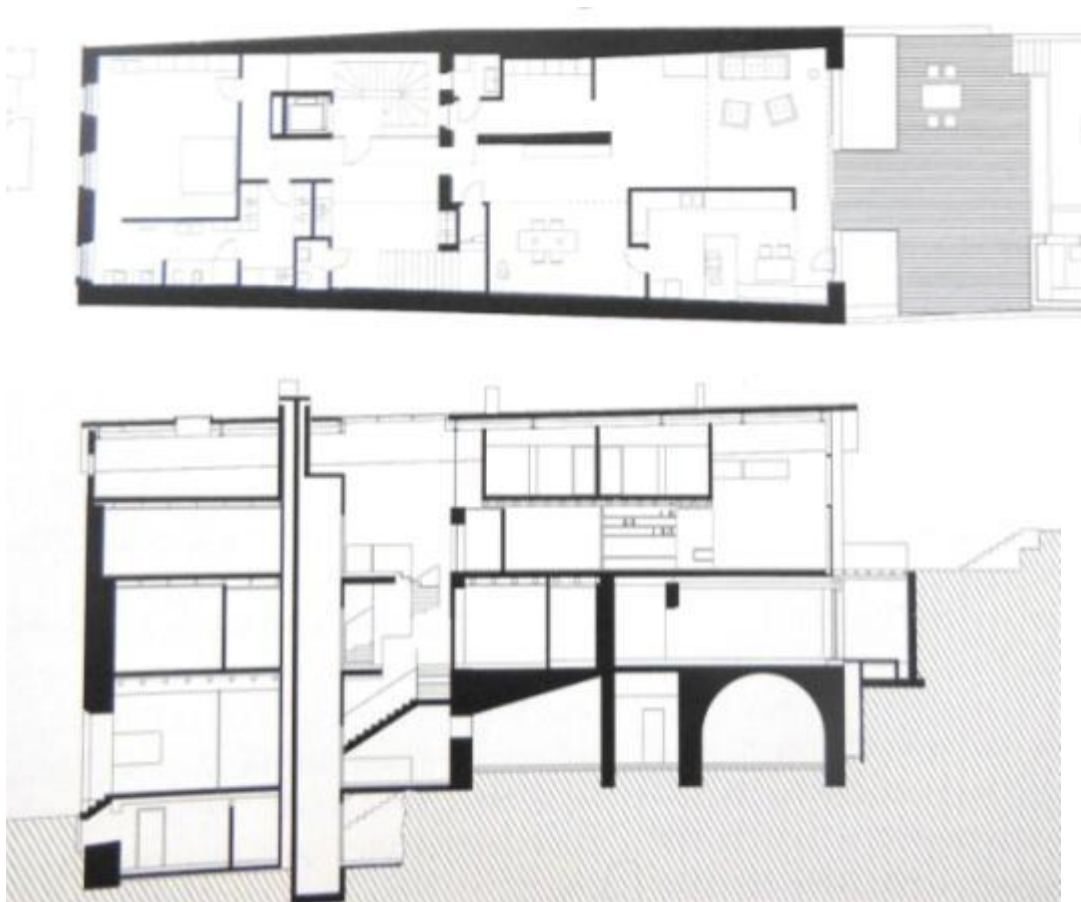
L'Ufficio provinciale  
Risparmio energetico in  
collaborazione con  
l'Ufficio Beni  
architettonici ed artistici  
e con il patrocinio della  
Fondazione dell'Ordine  
degli Architetti,  
Pianificatori, Paesaggisti  
e Conservatori della  
Provincia di Bolzano ha  
assegnato il Premio  
"Ottimizzazione  
energetica nelle  
ristrutturazioni" edizione  
2006 al progetto  
dell'Arch. Christopher  
Mayr Fingerle per  
l'intervento di restauro di  
una costruzione tipica del  
borgo medievale di Città  
Alta a Chiusa, sottoposta  
a vincolo. Casa Aichner  
presenta una planimetria  
stretta e lunga con cortile  
intermedio ed un fienile



Inserimento di un secondo infisso all'interno e ripristino dell'infisso esterno secondo il disegno dell'originale

<sup>38</sup> Si veda [www.provincia.bz.it/acque.../endkarten.pdf](http://www.provincia.bz.it/acque.../endkarten.pdf); P. DAVOLI, Il recupero energetico ambientale del costruito, Santarcangelo di Romagna, 2010, p. 40; P. DAVOLI, *Il restauro energetico-ambientale degli edifici storici. Un percorso progettuale tra antichi saperi, costruzioni tutelate e tecnologie innovative* (parte prima), in «Recupero e conservazione», n. 90, 2010, p. 58.

realizzato prevalentemente in legno. L'edificio in muratura, soprattutto il fronte sulla strada, è stato oggetto dell'intervento che ha riportato la facciata allo stato degli inizi del 1600, ridisegnando le cornici alle finestre e ripristinando, secondo il disegno originale, le due ante esterne delle doppie finestre (con vetro singolo e partitura a listelli), mentre quelle interne sono state realizzate senza suddivisioni e con vetri a bassa trasmittanza. Il tetto è stato isolato con pannelli da 18 cm in fibra di legno. Del fienile invece sono stati mantenuti solo i muri laterali, mentre la facciata sul lato nord, orientata verso la rocca di Sabiona, è stata demolita e ricostruita interamente in vetro. Malgrado l'inserimento di questo elemento completamente vetrato non contribuisca all'ottimizzazione energetica dell'edificio, i consumi energetici sono stati ridotti ad un valore di 75 KWh/mq annui.



Pianta e sezione del progetto



**Edificio residenziale in Via d'Argento, Glorenza (BZ)<sup>39</sup>.**

L'edificio, risalente al XVI e restaurato a seguito di un incendio nel 1930, è stato recentemente insignito del Premio della Provincia di Bolzano, "Ottimizzazione energetica nelle ristrutturazioni" 2010. In occasione di questo ultimo intervento, ad opera dell'arch. Jurgen Wallnofer, è stato riqualificato energeticamente attraverso una serie di operazioni di coibentazione. Il tetto è stato isolato termicamente attraverso l'inserimento di uno strato coibente di lana di pecora. L'utilizzo di materiali locali come ad esempio del legno proveniente dal bosco limitrofo risponde ai criteri di sostenibilità. L'intervento più conservativo è stato realizzato in facciata dove sono stati restaurati gli infissi originali abbinati ad un doppio infisso interno ad alte prestazioni termoisolanti. A seguito del restauro energetico il fabbisogno energetico da 337 a 58 Kwh/mq annui.



Prospetto dell'edificio in Via d'Argento



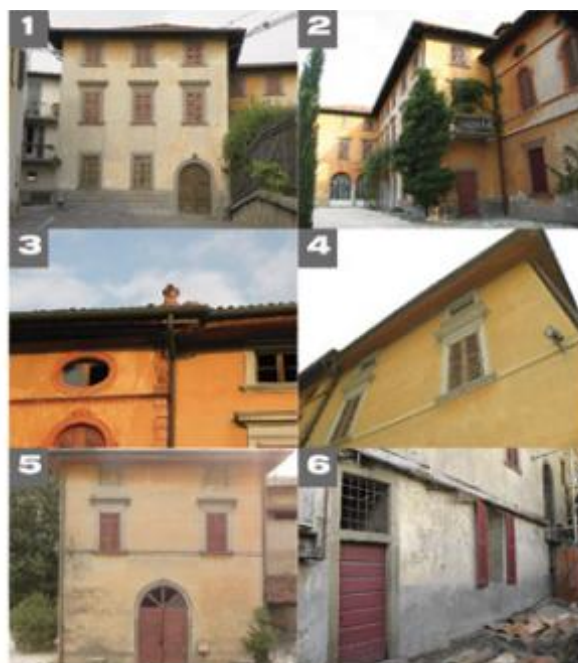
Inserimento di un doppio infisso all'interno e restauro di quello originale

<sup>39</sup>Si veda [www.provinz.bz.it/wesser-energie/download/Wallnoefer.pdf](http://www.provinz.bz.it/wesser-energie/download/Wallnoefer.pdf); [www.arch.bz.it/it/infoarchitetti/concorsi/risultati](http://www.arch.bz.it/it/infoarchitetti/concorsi/risultati)

**Villa Astori a Torre de' Roveri (BG).**<sup>40</sup>

Prospetti-sezione dello stato di fatto della Villa

Il progetto di restauro di Villa Astori si propone di *“cercare un approccio globale, rigoroso e scientifico di progettazione e realizzazione, al fine di garantire una conservazione compatibile e sostenibile delle architetture storiche”*<sup>41</sup>. La Villa, di proprietà di Ediproject<sup>42</sup>, è stata individuata come progetto esemplificativo nel settore del restauro sostenibile. Il progetto è stato indirizzato da un lato alla ricerca e messa a punto di un protocollo di progettazione e certificazione e, dall'altro,



allo sviluppo sostenibile applicato alla produzione di materiali e tecnologie compatibili nel campo del restauro. L'intervento si propone di coniugare le esigenze di conservazione dell'autenticità del patrimonio storico con le esigenze di compatibilità ambientale ed energetica. Di grande sensibilità si dimostra l'intervento sugli infissi che vengono mantenuti attraverso la manutenzione delle parti ammalorate e dei telai lignei, ma anche interessati da un intervento di adeguamento degli elementi alle norme di sicurezza antincendio e di isolamento termo-acustico. L'integrazione delle parti lignee o metalliche deteriorate e mancanti è stata effettuata con materiali simili agli originali; i vetri sono stati sostituiti con vetro camera da 3-6-3 mm e relative guarnizioni; le superfici lignee sono state riverniciate e quelle metalliche sono state trattate con antiossidante.

<sup>40</sup> Si veda A. ZAPPA, *Vecchi edifici Nuova energia*, in «Costruire», n. 338, 2011, pp. 85-86; <http://www.feiffereraimondi.it/vil-astori.php>;

<sup>41</sup> *Ibidem*, p. 85

<sup>42</sup> [www.ediproject.it](http://www.ediproject.it)

## Interventi di miglioramento per addizione:

### ***Ex monastero cistercense di Santa Lucia (Chiesa di Sant'Ilario) a Faenza<sup>43</sup>.***

L'intervento di restauro interessa un fabbricato risalente al 1700, destinato a refettorio del convento aggregato alla chiesa di Sant'Ilario e successivamente trasformato in abitazione e poi in magazzino, una volta



Modello del progetto

che in età napoleonica era divenuto di proprietà privata,. Il progetto, redatto dall'arch. Paolo Rava, si propone la rifunzionalizzazione dell'edificio, con una nuova destinazione d'uso quale spazio espositivo e per conferenze, ed il suo miglioramento energetico soprattutto in regime invernale. Per far ciò l'intervento si



Sezione del sistema di ventilazione all'interno dell'edificio



Sistemi di cappotto in canniccio palustre

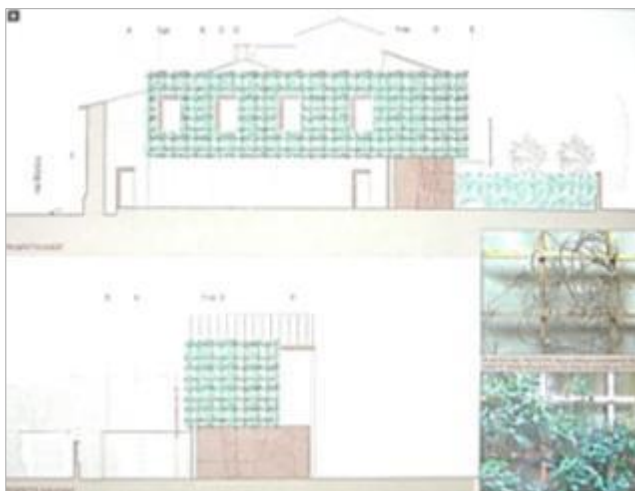
<sup>43</sup> Si veda P. RAVA, *La qualità energetica del manufatto storico: recupero e restauro*, in «L'Ufficio Tecnico» n. 9, 2011, pp. 26-31 (dossier); RAVA P., *Un restauro bio-energetico per la tutela e la qualità del manufatto storico*. Restauro di un ex complesso conventuale a Faenza, Ravenna, in «Architetti. Progetto e immagine digitale.com» n. 34, gennaio 2011. ([www.architetti.com](http://www.architetti.com)); P. DAVOLI, *Il restauro energetico-ambientale degli edifici storici. Un percorso progettuale tra antichi saperi, costruzioni tutelate e tecnologie innovative* (parte prima), in «Recupero e conservazione», n. 90, 2010, pp. 62-63.



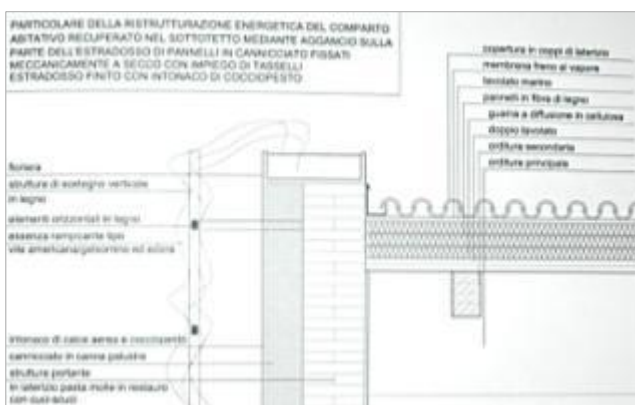
avvale di una serie di scelte operative che interessano non soltanto l'edificio in sé, ma anche il suo contesto. All'edificio, infatti, è stato aggregato un manufatto a serra solare.

(cosiddetto "sistema a stampella") sul prospetto sud, per integrare il sistema di riscaldamento e raffrescamento originario. Sui prospetti esterni è

stato applicato un cappotto in cannicciato palustre da 20 cm, con finitura a spessore con intonaco in cocchiopesto. La copertura semiventilata è stata isolata con pannelli in fibra di legno da 20 cm e ricoperta con laterizi di recupero. Sul prospetto ovest sono stati inseriti quattro bow-windows ed una lama di verde naturale posta a protezione della parete a ricordare le tradizionali rampicanti parietali.



Sistema di rampicanti parietali sui prospetti



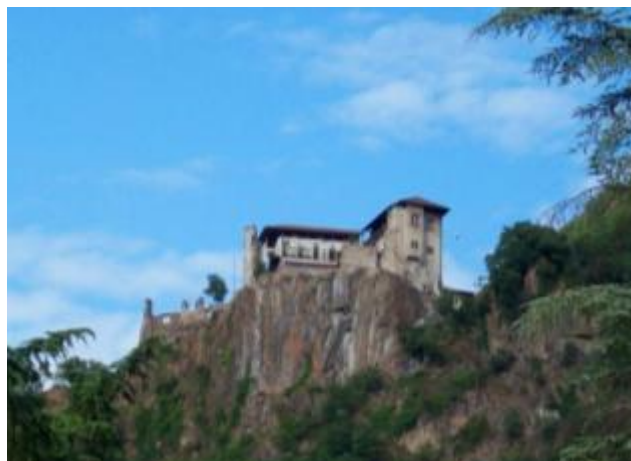
Sezione esecutiva dell'attacco tra prospetto e copertura



Rifacimento del solaio contro-terra

**Complesso di Castel Flavon a Bolzano.**<sup>44</sup>

L'intervento di restauro sul Castel Flavon, posto su uno sperone roccioso sopra la città di Bolzano, è stato realizzato negli anni 2001-2002 secondo un progetto dell'architetto Dietmar Dejori. Non potendo modificare il comportamento termico delle antiche muraure, così difficili da riscaldare in maniera adeguata alla destinazione d'uso di ristorante e sala conferenze, sono stati ottenuti interessanti risultati attraverso azioni di integrazione e ricostruzione. Alle muraure originali sono state affiancate, in corrispondenza dell'ala nord del castello, delle pareti vetrate per ricavare le sale ristorante. La copertura, invece, pur mantenendo i coppi originari e le travi lignee opportunamente restaurate, è stata riprogettata con adeguati spessori di isolamento. Le altre operazioni finalizzate al miglioramento energetico hanno riguardato le finestre che sono state parzialmente sostituite; i solai a terra che sono stati



Il complesso del Castello



Il prospetto laterale dalla corte interna



Costruzione delle pareti vetrate isolanti staccate dalla struttura

<sup>44</sup> Si veda P. DAVOLI, *Il restauro energetico-ambientale degli edifici storici. Un percorso progettuale tra antichi saperi, costruzioni tutelate e tecnologie innovative* (parte seconda), in «Recupero e conservazione», n. 91, 2010, p. 43.

impermeabilizzati e coibentati con vetro cellulare; il solaio superiore in cui sono stati inseriti degli strati di isolante sull'estradosso; alcune partizioni interne che sono state coibentate in relazione alla nuova destinazione d'uso da accogliere. Il progetto ha portato in luce le arcate del portico, precedentemente tamponate, ed alcuni locali delle cantine interrati. Si è prevista, inoltre, l'addizione di un corpo sul lato nord del palazzo, totalmente staccato dalla struttura preesistente, per restituire al castello la sua forma originaria a tre ali. Una delle sale adibite a ristorante è stata ricavata inserendo una struttura di vetrate isolanti e pacchetti di chiusura in tecnologia lignea altamente coibentati che si staccano dalle antiche murature del castello pur lasciandole in vista grazie alla trasparenza del vetro



La sala adibita a ristorante ricavata inserendo una struttura di vetrate staccate dalle antiche murature

***Studio progettuale per la riqualificazione energetico-funzionale del chiostro del convento di S. Antonio in Polesine (Ferrara)*<sup>45</sup>.**

Il Monastero di S. Antonio in Polesine è il complesso monastico più antico della città di Ferrara ed è l'unico che ha mantenuto fino ad oggi la sua funzione originale. Allo stato attuale si presenta privo di ogni tipo di impianto di climatizzazione e di isolamento termico



Chiostro del complesso del convento di S. Antonio in Polesine

delle chiusure verticali ed orizzontali. Il progetto di riqualificazione energetico-funzionale si propone di ridurre il fabbisogno energetico attraverso l'inserimento di una nuova facciata vetrata che faccia da filtro tra esterno ed interno, creando comunque un ambiente galleria che attraversa l'intero complesso. L'uso di questo ambiente dal punto di vista energetico è rilevante sia in regime estivo che invernale poiché d'estate, la vetrata esposta a nord non ha problemi di irraggiamento diretto, mentre d'inverno, essendo un ambiente non climatizzato, riduce le dispersioni di calore tra interno ed esterno. Le aperture sono protette da bussole ad apertura automatica che evitano l'ingresso di correnti fredde (la temperatura esterna media d'inverno nella città di Ferrara è di -5 °C). I vetri di chiusura sono di vetrocamera ad alto livello di isolamento ed il telaio è esterno alla vetrata per non creare ponti termici nei punti di attacco degli elementi. Il progetto prevede un sistema di lamelle apribili nella fascia superiore della facciata per creare un

<sup>45</sup> Si veda P. DAVOLI, Il recupero energetico ambientale del costruito, Santarcangelo di Romagna, 2010, pp. 110-117; P. DAVOLI, *Il restauro energetico-ambientale degli edifici storici. Un percorso progettuale tra antichi saperi, costruzioni tutelate e tecnologie innovative* (parte seconda), in «Recupero e conservazione», n. 91, 2010, p. 49; M. CALZOLARI, *Riqualificazione energetica nell'edilizia storica*, in «Recupero e conservazione», n. 92, 2010, pp. 32-41.



continuo ricambio d'aria che rinfresca l'edificio nei mesi estivi e l'inserimento di un impianto a pannelli radianti a pavimento, riducendo il fabbisogno di energia primaria a 58 KWh/mc a corrispondente alla Classe E. Gli interventi sull'involucro (inserimento di termo intonaco a base di calce idraulica naturale da 6 cm e di un cappotto interno in fibra di legno di 8 cm) ridurrebbero ulteriormente il fabbisogno energetico a 11 KWh/mc annui corrispondenti alla Classe B.



Sezione prospettica che evidenzia il comportamento estivo e invernale della galleria vetrata



### 2.1.3.1. Interventi di miglioramento attraverso l'uso del fotovoltaico

L'interesse verso le fonti rinnovabili, divenute protagonista della scena mondiale nell'ultimo decennio in relazione ai rischi dei cambiamenti climatici e alla necessità di ridurre le emissioni dei gas serra, ha posto notevolmente l'attenzione verso il tema del risparmio energetico applicato all'architettura. Più di un terzo dei consumi di energia in Italia sono rivolti al settore dell'edilizia, ma solo il 10% di questa viene utilizzata per la costruzione di edifici mentre la percentuale restante viene spesa per la loro gestione. Per tale motivo, in merito alla gestione degli edifici storici, tanto può essere fatto al fine di contenere i consumi e migliorare il livello di ecoefficienza<sup>46</sup>. Già da circa due decenni la letteratura di settore ha iniziato ad occuparsi dell'aspetto energetico degli edifici in relazione al miglioramento dello stesso negli interventi di recupero, servendosi sia di strumenti tecnologici innovativi che recuperando le potenzialità insite all'edificio stesso.

Su questo versante si muove la ricerca riguardo le tecnologie di captazione solare di ultima generazione da sovrapporre alle facciate degli edifici o da inserire in corrispondenza delle coperture e quant'altro. Parlando però di interventi sul patrimonio storico, i termini e le condizioni dovrebbe essere diversi per non incorrere nel rischio di interventi a tutti i costi "sostenibili" seppur rivolti indistintamente a edifici storici o a nuove costruzioni. Ciò che desta preoccupazione piuttosto è che queste tecnologie innovative (fotovoltaiche e non), utilizzate soprattutto nelle nuove architetture o negli interventi di recupero edilizio, possano essere trasferite *tout court* all'ambito del restauro. Tale operazione, pur avendo il nobile fine del risparmio o del contenimento energetico, rischia però di porre in secondo piano l'obiettivo del restauro architettonico *"inteso nell'accezione di attività operativa, sia la conservazione delle architetture e degli ambienti urbani e naturali, non in senso astratto o lato, ma negli aspetti relativi alle loro realtà fisiche, materiali, concrete"*<sup>47</sup>. Si tratta quindi di ottemperare alle necessità di risorse estremamente importanti: da una parte la risorsa solare, dall'altra il patrimonio architettonico.

Pur sembrando due temi contrapposti, questi sono accomunati da politiche che si dirigono verso lo stesso obiettivo: conservare e rendere disponibili le risorse energetiche da una parte, il patrimonio architettonico storico e artistico dall'altra. Aborreire completamente l'ipotesi di inserimento di schermature e pannelli fotovoltaici negli edifici

<sup>46</sup> Si veda L. DE SANTOLI, *Gli aspetti energetici nella conservazione dei beni culturali*, in Trattato di restauro architettonico, diretto da G. Carbonara, Primo aggiornamento, Grandi temi di restauro, Torino 2007.

<sup>47</sup> S. BOSCARINO, *Sul restauro architettonico*, Saggi e note, Palermo 1999, p. 87.

storici e nei contesti tutelati, pur essendo la posizione più semplice da prendere, non è certo quella che risolve il problema dell'emergenza energetica. Neppure, di contro, una concessione smodata dei nulla osta da parte delle Soprintendenze in virtù di criteri come la "reversibilità", la "non visibilità dall'esterno" e la "temporaneità" che gli eventuali impianti a pannelli fotovoltaici possiedono di per sé. Cercare piuttosto, nel rispetto dei principi della cultura del restauro, le ragioni e i termini in cui gli interventi di inserimento di celle fotovoltaiche debbano essere ammessi e regolati è una scommessa su cui si dovrebbe puntare. La questione è delicata e più che mai attuale. In Italia, in molti centri come Venezia, tale operazione risulta possibile seppur con la limitazione di occupare una superficie non superiore al 6% (per edifici vincolati).

Differente è la situazione in ambito europeo. In nazioni come la Germania, Irlanda, Francia e Spagna, pannelli fotovoltaici e derivati, vengono tranquillamente inseriti in edifici storici con conseguenze sulla loro immagine a volte molto discutibili.

Nella maggior parte dei casi quando si parla di pannelli fotovoltaici si pensa a semplici pannelli ancorati sui tetti senza un particolare riguardo alla progettazione, mentre invece molti stanno cominciando a capire che non basta preoccuparsi solo di massimizzare l'efficienza, perché l'impiego di questi impianti possa divenire di uso comune, è necessario migliorare profondamente anche la loro qualità estetica.

I pannelli fotovoltaici, principalmente costituiti da silicio trattato, per la loro flessibilità, versatilità, dimensioni e adattabilità consentono uno sviluppo creativo certamente interessante poiché possono essere utilizzati come veri e propri elementi architettonici e sostituirsi a finestre, persiane, coperture, frangisole, pensiline, pergole, etc<sup>48</sup>. Pensare di poter utilizzare i moduli fotovoltaici come un qualsiasi altro materiale da costruzione può essere una realtà non molto lontana.

L'applicazione di moduli fotovoltaici al campo della salvaguardia dei monumenti e quindi il loro utilizzo su edifici storici, trova le sue assonanze con la tematica dell'*antico-nuovo* formulata e consolidata nell'ultimo Cinquantennio. In quest'ottica, quindi, è possibile pensare, negli interventi di restauro dove le aggiunte di parti vengono realizzate con materiali innovativi, quali acciaio e vetro per esempio, di preferire a tali materiali dei moduli di pannelli fotovoltaici, migliorando così anche le prestazioni energetiche dell'edificio stesso. Si tratta, quindi, di una nuova alternativa progettuale, anche per il restauro, analoga a quello che rappresentano materiali oggi comuni, come il cemento o il vetro o l'acciaio, ma con un vantaggio in più che è quello di poter utilizzare anche

---

<sup>48</sup>Si veda M. SPAGNOLO, *Il sole nella città. L'uso del fotovoltaico nell'edilizia*, Roma 2002, p. 25

dell'energia pulita, contribuendo a soddisfare il fabbisogno energetico del complesso. In alcuni casi, la scelta di usare energia da fonte rinnovabile può diventare l'unica soluzione adeguata, sia dal punto di vista della conservazione che da quello ambientale se, per esempio, si opera su siti archeologici o edifici che si trovino distanti dalla rete di distribuzione dell'energia.

Per concludere, quindi, occorre che in ogni intervento di restauro, in generale, e di riqualificazione energetica, in particolare, il parametro da massimizzare non sia l'efficienza ma la conservazione della permanenza e la sua integrità nel tempo. Per tale ragione, nel caso dell'inserimento dei sistemi fotovoltaici su edifici esistenti, laddove le condizioni di contesto lo consentano, possono essere preferibili dei moduli meno efficienti, ma più rispettosi, che pur fornendo un guadagno energetico comunque positivo, massimizzino la permanenza nel rispetto della fabbrica storica.

## Ufficio del Turismo ad Alès (Lione)<sup>49</sup>

Si tratta di un intervento su una chiesa romanica trasformata in ufficio per il turismo in cui è stata inserita, all'interno delle tre arcate, una struttura metallica a sbalzo con tamponature fotovoltaiche.

L'arch. Yves Jautard inserisce all'interno delle tre arcate altrettante pareti fotovoltaiche a tamponatura della nuova struttura metallica inserita all'interno degli archi in pietra. In corrispondenza della parte superiore delle arcate sono posizionati tre captatori ad aria che servono per la ventilazione degli uffici collocati all'interno della ex-chiesa. Ciascuna arcata ospita 210 pannelli fotovoltaici giungendo a soddisfare, attraverso la produzione di 6000 KWh, soltanto la metà del fabbisogno energetico annuo della struttura.



<sup>49</sup> Si veda M. E. CORRADO, *Possibilità di impiego per il restauro e nel recupero insediativo di sistemi alimentati da energie rinnovabili con particolare riferimento al fotovoltaico*, (Tesi di dottorato in "Riqualificazione insediativa e recupero urbano", Facoltà di Architettura Valle Giulia, La Sapienza, Roma, XIX ciclo); [www.hespul.org/pvarchitecture.html](http://www.hespul.org/pvarchitecture.html); [www.ville-ales.fr](http://www.ville-ales.fr); [www.resosol.org/Exemple/index.html](http://www.resosol.org/Exemple/index.html)

Malgrado i tentativi di ridurre l'impatto della struttura migliorando il colore delle celle e nascondendo i cablaggi, l'impatto con il contesto è fortemente stridente.

### Faro Des Poulains, Belle Ile en Mer (Francia)<sup>50</sup>

In un'isola della Bretagna, a pochi chilometri dalla costa nord-occidentale della Francia, si trova il Faro Des Poulains, risalente alla seconda metà dell'Ottocento.

L'inserimento di pannelli fotovoltaici sulla falda esposta a sud è stato effettuato come unica soluzione per ovviare al



passaggio aereo della rete elettrica che per molti anni, attraversando la spiaggia, aveva deturpato il paesaggio.

La falda esposta a sud ospita 98 moduli, anche se i moduli laterali e quelli sotto il colmo sono fittizi dato che non funzionerebbero bene a causa dell'ombra. La scelta di coprire interamente la falda è stata effettuata al fine di rendere omogenea l'intera copertura.

L'impatto sull'edificio risulta piuttosto forte a causa dell'eccessiva lucentezza dei pannelli, a risparmio però di un minore impatto sull'ambiente. In casi come questi bisogna valutare se il valore da salvaguardare e da far prevalere sia quello dell'edificio o dell'ambiente circostante.



<sup>50</sup> Si veda L. GRAZIANI (a cura di), *Photovoltaic building Integration*, (bipv) 2004, p. 32; [www.bellelle.com](http://www.bellelle.com), <http://robert.canceller.free.fr>



## Aula Paolo VI, Città del Vaticano<sup>51</sup>

L'impianto fotovoltaico, posto sulla copertura dell'Aula Paolo VI, adibita alle udienze pontificie e nota anche come Sala Nervi, è stato inaugurato nel novembre del 2008. È costituito da 2400 pannelli fotovoltaici rivolti a sud e da altrettanti 2400 rivolti a nord e realizzati in alluminio parzialmente riflettente in modo da incrementare del 5% la produttività dell'impianto fotovoltaico. La sala, costruita da Pier Luigi Nervi nel 1971, benché rappresenti uno degli edifici più moderni del Vaticano, si trova nelle estreme vicinanze di Piazza San Pietro. Malgrado questo, però, l'impatto sul contesto del centro storico non sembra essere stridente poiché i moduli fotovoltaici rivolti a sud risultano invisibili dalla cupola di San Pietro e rispettano le intenzioni di progetto originario poiché sostituiscono le, ormai degradate, tegole frangisole progettate dall'ingegnere Nervi.



<sup>51</sup> <http://www.photovoltaique.info/Photovoltaique-et-patrimoine.html>

## Castello Doria a Porto Venere (SP)<sup>52</sup>

Il Castello Doria è stato edificato nel XII secolo come avamposto militare della Repubblica genovese. Si innalza al di sopra del pittoresco centro storico di Porto Venere, patrimonio culturale protetto e già dal 1996 dichiarato dall'UNESCO Patrimonio culturale dell'Umanità. Nell'anno 2004 è stato oggetto di sperimentazione di moduli auto illuminanti (detti "solar flags") all'interno del progetto di ricerca PVACCEPT<sup>53</sup>. Sfruttando le aperture esistenti, all'interno di arcate della muraglia storica del castello, sono state inserite delle "solar flags" auto illuminanti, composte da lamine acriliche leggermente curve su cui sono stati montati 15 elementi fotovoltaici cristallini trasparenti, combinati con illuminazione a led integrata (cellule solari grigie). I moduli sono fissati su due cavi orizzontali ancorati al segmento superiore dell'arco. L'impianto ha una potenza di 225 Wp e l'elettricità prodotta e accumulata da una batteria viene impiegata per l'auto illuminazione notturna delle 18 bandiere solari. L'ancoraggio è avvenuto sfruttando le fessure preesistenti. L'integrazione dei moduli fotovoltaici risulta gradevole.



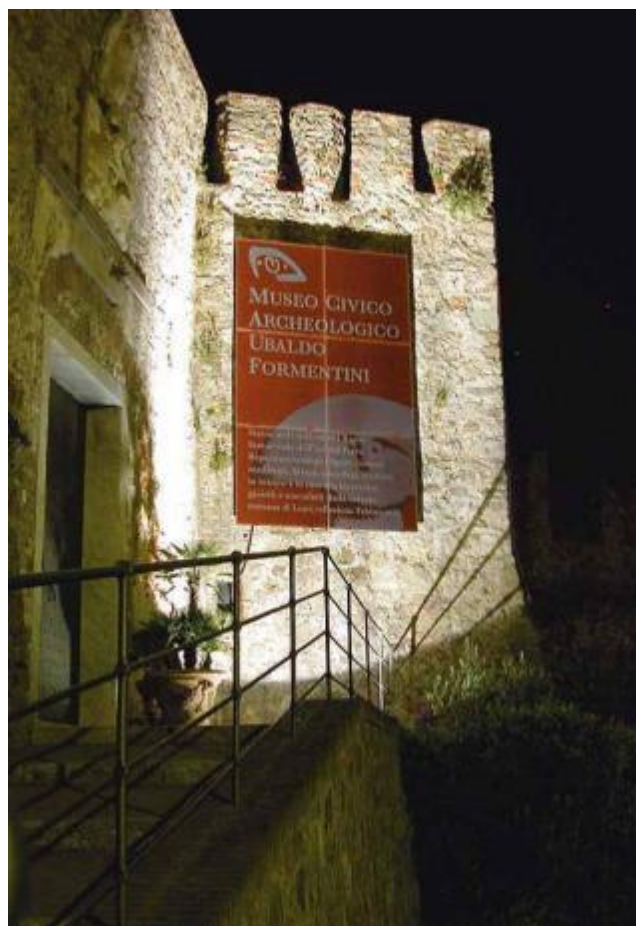
<sup>52</sup> Si veda PVACCEPT Final Report, Febbraio 2005; [www.pvaccept.de](http://www.pvaccept.de); D. CESINO (a cura di), *Castello Doria di Porto Venere. Porta dell'Infinito*, Genova 2003; <http://www.ambienteitalia.it>.

<sup>53</sup> L'obiettivo del progetto dell'Unione Europea consiste nella progettazione e nello sviluppo di moduli fotovoltaici concepiti per essere inseriti "armonicamente" in edifici d'epoca, centri storici e paesaggi protetti. Per la sperimentazione sono state scelte due aree costiere, in Italia e in Germania, molto caratterizzate dal punto di vista del pregio architettonico e paesaggistico, e quindi interessate da un forte afflusso turistico.



## Castello di S. Giorgio a La Spezia<sup>54</sup>

Il Castello di San Giorgio di La Spezia, costruito nel XIV secolo, è situato su una altura al di sopra del centro storico e del porto. Ospita il "Museo Civico Archeologico Ubaldo Formentini" con una delle collezioni regionali di reperti archeologici più importanti. Altro sito oggetto di sperimentazione per il progetto PVACCEPT, il Castello ospita un nuovo pannello di vetro all'ingresso del museo formato da sei grandi moduli a pellicola fotovoltaica sottile. I sei moduli fotovoltaici hanno le dimensioni di 1,2x1,2 m e sono fissati a 10 cm di distanza dal muro del castello con solo quattro punti di ancoraggio sfruttando i giunti della muratura. L'energia prodotta da questo impianto viene accumulata da una batteria collocata nella sala d'ingresso del museo e utilizzata per alimentare una nuova luce spot a risparmio energetico, integrata nella pavimentazione, destinata ad illuminare il tabellone informativo di notte. Il tabellone, installato nel 2004, si adatta all'ambiente circostante, specie per quanto la resa cromatica e il testo che risulta ben leggibile sia con luce diurna che artificiale. Per tali ragioni l'impianto risulta integrato rispetto al contesto.



<sup>54</sup> Si veda PVACCEPT Final Report, Febbraio 2005; [www.pvaccept.de](http://www.pvaccept.de); G. ROSSINI, *Il Castello di San Giorgio alla Spezia: dal restauro al riuso*, Genova 1998; <http://museodelcastello.spezianet.it>; <http://www.ambienteitalia.it>.

## Castello di Acquabella Reggello (FI)<sup>55</sup>

L'intervento di restauro che ha riguardato la copertura del Castello di Acquabella, sito nella foresta di Vallombrosa in provincia di Firenze, si contraddistingue per l'inserimento all'interno delle tegole tradizionali della zona alpina di moduli fotovoltaici da 39x46 cm che risultano totalmente invisibili dall'esterno. L'idea di coniugare l'aspetto innovativo del fotovoltaico con la tegola tradizionale è stata resa possibile dalle caratteristiche della stessa. La cosiddetta tegola alpina ha infatti grandi dimensioni ed un peso notevole per resistere ai forti venti e alle intemperie. Il montaggio si realizza ad incastro sulla mezzeria come un sistema di tegole comuni. L'inserimento dei moduli fotovoltaici avviene una volta posate tutte le tegole al di sotto delle quali sono stati predisposti i cavi di collegamento in relazione alle condizioni di soleggiamento ed esposizione del tetto preventivamente studiate. Le celle fotovoltaiche inserite all'interno della



tegola sono totalmente removibili nel caso si volessero sostituire con altre dal maggiore rendimento. L'intervento, pertanto risulta completamente reversibile e a basso impatto ambientale data l'impercettibilità delle tegole fotovoltaiche dall'intorno circostante

<sup>55</sup> Si veda [www.castellodiacquabella.com](http://www.castellodiacquabella.com); [www.costruire.laterizio.it/costruire/\\_pdf/n129/129\\_73.pdf](http://www.costruire.laterizio.it/costruire/_pdf/n129/129_73.pdf) ; [http://www.edilportale.com/prodotti/fornace-fonti/tegola-in-cotto-con-pannello-fotovoltaico/teglasolare\\_10428.html](http://www.edilportale.com/prodotti/fornace-fonti/tegola-in-cotto-con-pannello-fotovoltaico/teglasolare_10428.html)



### Castello di Groenhof (Belgio).<sup>56</sup>

Il Castello di Groenhof, nelle Fiandre, fu costruito intorno al 1830 in stile francese.

Nel 1998, gli architetti Samyn and partners, realizzano una sorta di seconda pelle trasparente distante 2,7 m dalle murature originarie. L'inserimento di questa doppia facciata è duplice: da una parte ha lo scopo di riparare il prospetto sud dal surriscaldamento estivo e dall'altra quello di produrre energia attraverso l'inserimento di moduli fotovoltaici sulla pensilina di copertura e sui frangisole. Gli elementi schermanti, collocati al primo piano, si ruotano a seconda della posizione del sole. In copertura vengono inseriti una serie di collettori solari per la produzione di acqua calda con i quali si realizza un pergolato all'interno del terrazzo. Seppure l'intervento risulta piuttosto azzardato dal punto di vista dell'integrazione con il paesaggio, questo è senza dubbio reversibile in quanto la struttura in acciaio, certamente riconoscibile, può essere smontata qualora non la si ritenga più opportuna.



<sup>56</sup> Si veda L. BERTA, M. BOVATI, *Progetti di architettura bioecologica : con disegni, prospetti, immagini a colori*, Rimini, 2005, pp. 106-111; L. GRAZIANI (a cura di), *Photovoltaic building Integration*, (bipv) 2004, p. 42; B. QUAQUARO, *Scienza, memoria e modernità*. Groenhof Castle in «L'arca plus» n. 35, 2002, p. 36.

## 2.2 La sostenibilità dell'antico

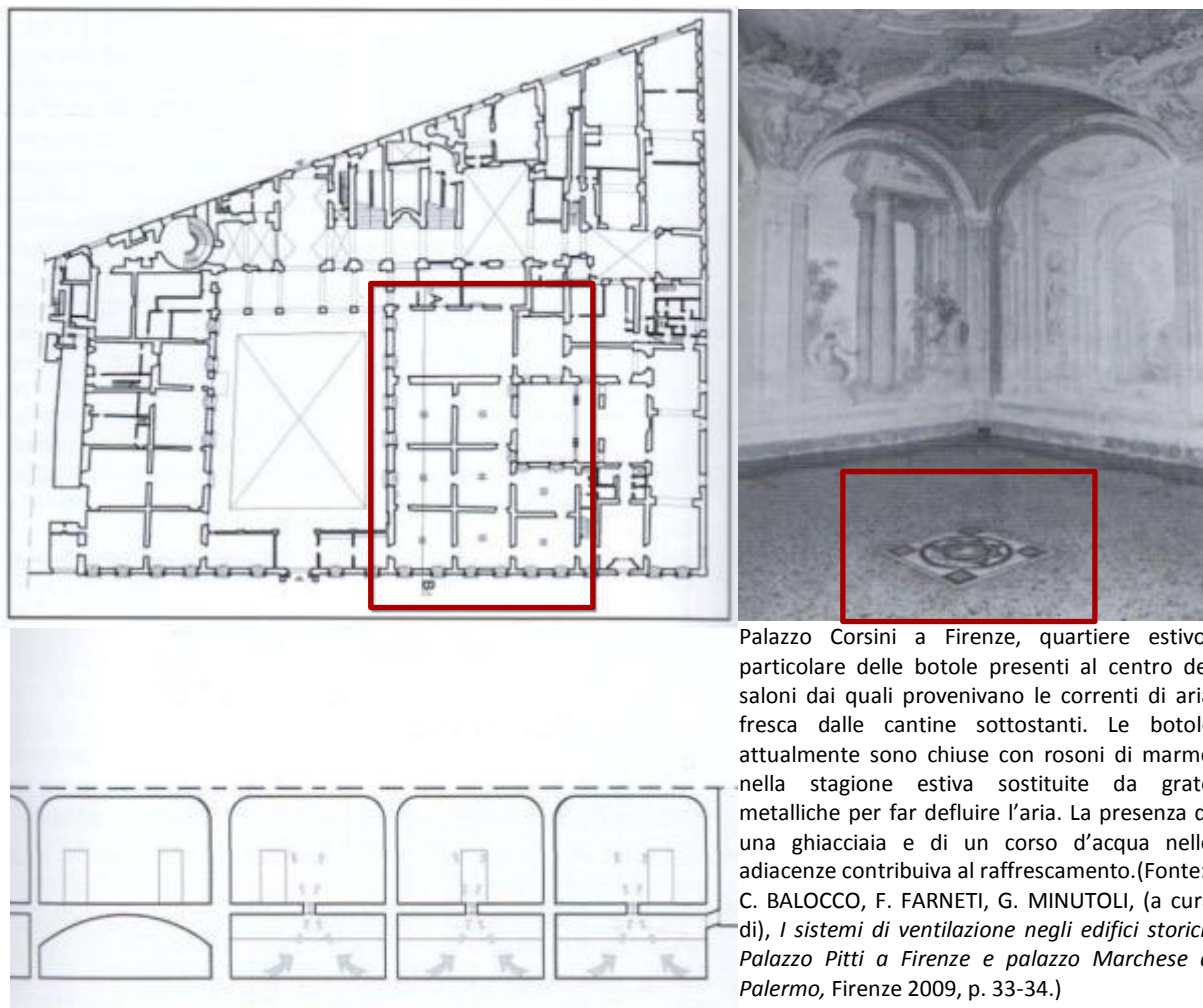
E' possibile considerare come gran parte delle attenzioni che oggi fanno parte del costruire sostenibile erano già, forse inconsapevolmente, alla base del costruire tradizionale. Esse si riferivano ad una cultura materiale che imponeva e ricercava l'interazione e la sinergia tra l'edificio e il clima esterno. La localizzazione dell'architettura, la scelta del sito, dell'orientamento, la scelta dei materiali e dei trattamenti delle superfici esterne, la forma ed ogni altro rapporto con l'intorno ambientale sono sempre state in accordo con l'ambito storico, geografico, culturale e sociale in relazione ai tradizionali modi del costruire.

Ogni edificio, in passato, contrariamente a quanto avviene oggi, era contestualizzato ad un particolare luogo e tempo ed ogni soluzione tecnologica e costruttiva era tipica del contesto geografico originario. Avendo interrotto la continuità storica che, nel tempo, aveva generato modalità costruttive ricche di capacità e di tecniche consolidate atte a migliorare le condizioni dell'abitare, sono andate perdute molte delle soluzioni tecnologiche che quella tradizione aveva individuato e definito per ottimizzare il rapporto tra il costruito ed il benessere di chi lo abita. Ciò è spesso avvenuto anche attraverso interventi di restauro che, non comprendendo le finalità di alcuni elementi costruttivi, li hanno eliminati o modificati stravolgendone il significato originario. E' il caso di Palazzo Pitti a Firenze<sup>57</sup> che, attraverso delle cisterne poste nei sotterranei, creava dei metodi convettivi che rinfrescavano i piani superiori. Interventi successivi ne hanno chiuso i passaggi annullando il funzionamento di questo impianto di climatizzazione naturale. Operazioni di questo tipo, che prescindono dalla conoscenza delle tecnologie bioclimatiche e costruttive tradizionali, non solo modificano il funzionamento energetico originario dell'edificio, ma finiscono per peggiorare le condizioni climatiche interne all'edificio stesso.

Se, di contro, si riuscisse a recuperare la continuità storica che aveva generato nel tempo modalità costruttive ricche di capacità atte a migliorare le condizioni dell'abitare, comprendendo a quale condizione ambientale tendevano a porre rimedio, allora diventerebbe più semplice individuare i criteri di intervento nel rispetto di quelli della sostenibilità. Questa forma di conoscenza dell'edificio e delle sue peculiarità deve tener

<sup>57</sup> Si veda C. BALOCCO, P. FARNETI, G. MINUTOLI, (a cura di), *I sistemi di ventilazione negli edifici storici. Palazzo Pitti a Firenze e palazzo Marchese a Palermo*, Firenze 2009.

conto anche delle condizioni dei valori ambientali oltre che dei caratteri costruttivi dell'edificio stesso. Il legame con l'ambiente circostante, la scelta dell'orientamento, i caratteri territoriali, rappresentano parametri imprescindibili per il costruito storico e ne definiscono proprio il "senso geografico".



Recuperando i "fattori bioclimatici" dell'architettura prima dell'avvento degli impianti, in termini di uso razionale delle risorse naturali, si potrebbe trovare il legame insito che vi è tra la sostenibilità e il manufatto storico. *"Prima delle scoperte scientifiche c'è stato un modo primitivo di concepire e comprendere il luogo che ha condotto a forme e tecniche semplici, e tuttavia efficaci, di edifici bioclimatici"*<sup>58</sup>. Nella ricerca di criteri di vivibilità, delle scelte tecnologiche e di organizzazione degli spazi, i fattori climatici hanno certamente influito sulle scelte degli antichi costruttori. *"L'atteggiamento degli uomini verso l'ambiente non si esprime in un semplice e passivo adeguamento a quelle condizioni*

<sup>58</sup> Si veda L. LAVINE, *Exploring the relationship between computationally derived knowledge and design thought in architecture*, Conferenza PLEA Cambridge 2000, p. 354.

o a quei ritmi che si mostrano di riconoscimento più agevole, perché sono oggetti ambientali di fondo, ma si esplica nella considerazione e nella liberazione di quelle virtualità ambientali che caratterizzano l'identità di un tessuto urbano"<sup>59</sup>. Il rapporto con il clima, con l'ambiente e il paesaggio circostante, sono da considerarsi certamente valori che hanno influito sulle scelte dei costruttori nella localizzazione degli insediamenti dei piccoli centri o di edifici isolati. La relazione con il clima è però da considerarsi biunivoca: da una parte il clima ha contribuito a definire le scelte di configurazione dei manufatti e nell'uso dei materiali, dall'altra, la presenza antropica ha poi contribuito alla modifica del clima per renderlo più idoneo alle sue esigenze.

I fattori bioclimatici dell'architettura storica possono essere considerati caratteristici di ogni zona geografica e quindi potremmo dire di "matrice regionalistica" (o ancor più "vernacolare" nel suo significato originale)<sup>60</sup>, essendo contraddistinti dalle caratteristiche climatiche e ambientali della zona d'origine. Per tale ragione anche le caratteristiche di sostenibilità da ricercare e riproporre non possono essere di carattere globale bensì esse devono rispettare le identità locali.<sup>61</sup> L'architettura storica si fa, inoltre, portatrice di un bagaglio di cultura materiale<sup>62</sup> che può essere chiaramente ritrovato e

<sup>59</sup> Si veda L. GAMBI, *I valori storici dei quadri ambientali*, in «Storia d'Italia», vol.1, Torino 1972, p.17.

<sup>60</sup> Si intende per *architettura vernacolare* quel fare architettura documentato della tradizione storico-costruttiva tipica di un luogo e definita anche con il termine di 'architettura spontanea' (contrapposta all'architettura d'autore) e che sorprende per la felice sintesi clima-forma-materia. Un'edilizia povera e sapiente, fatta con materiali ricavati dall'ambiente circostante. Grazie alla maggiore attenzione alle problematiche ambientali e sociali, l'architettura vernacolare sale in questi anni all'onore della storia, dopo essere stata a lungo declassata come architettura minore o essere stata confinata nei limiti disciplinari dell'antropologia culturale. L'evoluzione e la crescita lenta delle società antiche si integravano in una riproduzione allargata ben temperata, sempre adattata alle costrizioni naturali. Afferma Edward Goldsmith (fondatore di *The Ecologist* e uno dei principali artefici del movimento ecologista a livello internazionale): "È perché la società vernacolare ha adattato il suo modo di vivere all'ambiente circostante che è durevole e perché la società industriale si è al contrario sforzata di adattare il suo ambiente al suo modo di vivere che non può sperare di sopravvivere". Riguardo all'argomento si rimanda all'ampia bibliografia di cui si indicano alcuni testi: A.M. UCCELLA, *Architettura vernacolare passiva*, Napoli 1990; P. OLIVER, *Encyclopedia of vernacular architecture of the world*, vol. 1-2-3, Cambridge 1997; D. ULIVIERI, *L'ecostoria dell'architettura vernacolare*, Pisa 2005; M. CHANG TING FA, L.C. PICCININI, G. MARZANO, R. BAROCCHI, *Valorizzazione e tutela dell'architettura vernacolare*, Udine 2006; M. VELLINGA, P. OLIVER, A. BRIDGE, *Atlas of vernacular architecture of the world*, London 2007.

<sup>61</sup> Si veda J. COOK, S. LOS (a cura di), *Progettare con il clima, un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico*, Padova 1981; S. LOS (a cura di), *Regionalismo dell'architettura*, Padova 1990.

<sup>62</sup> La tematica della *cultura materiale* rappresenta una nozione vastissima su cui le fonti bibliografiche proliferano. Tra le tante definizioni si riporta quella che si reputa esprima in maniera più completa la nozione legata al costruire: "si intende per cultura materiale un processo che rende possibile la materializzazione degli oggetti, e che, utilizzando strumenti, attrezzi da lavoro e oggetti vari, fa parte del mondo della tecnica e della tecnologia. Con l'interruzione del processo artigianale, si è andata perdendo l'identità tecnica, mancando quella cultura locale che si manifesta attraverso i prodotti artigianali; una produzione industrializzata si presenta infatti attraverso elementi che sono ormai internazionali. Le risorse materiche che riflettono l'identità tecnica del luogo sono di due tipi: i materiali naturali utilizzati per la



letto nel tessuto costruito dei centri storici italiani. L'identità della sostenibilità nazionale, ed ancor più quella regionale, sarà molto diversa da quella di altri paesi. Per tale ragione l'architettura storica può essere l'unico mezzo per ricondurci a tale identità al fine di ritrovare quei "fattori bioclimatici" e riproporli, sia negli interventi sull'esistente che sulla progettazione del nuovo, non con operazioni di "copia e incolla", bensì avendone compreso i significati. Lo studio delle tecniche costruttive tradizionali infatti non deve essere finalizzato alla loro semplice riproduzione e riproposizione, ma è necessario per la comprensione del loro funzionamento e della logica che ne sta alla base al fine di evitare sterili riproposizioni che portino al paradosso linguistico "[...]di avere una lingua che consenta di scrivere con nuove frasi i medesimi contenuti, si copiano le frasi senza conoscere i contenuti"<sup>63</sup>.

Analizzando le caratteristiche di un edificio antico è possibile rilevare alcuni fattori e accorgimenti energeticamente efficienti che hanno per secoli mantenuto ottimali le condizioni di benessere all'interno degli stessi. Primo tra questi può essere considerato l'uso di grandi masse murarie (soprattutto in climi di tipo mediterraneo) che mantengono la temperatura superficiale degli ambienti interni più bassa rispetto a quella esterna in regime estivo favorendo migliori condizioni di benessere e comfort percepito nei caldi mesi estivi. In seguito possiamo citare la presenza di membrane e strutture leggere di copertura (caratterizzate da intercapedini d'aria tra i listelli e il tavolato di copertura, etc..) costituite da materiali di origine naturale, e quindi già intrinsecamente sostenibili; la posizione delle aperture scelta in modo da generare correnti di ventilazione che in estate

---

costruzione (pietre dalle cave, legno dalle foreste, materiali utilizzabili per conglomerati...), e i materiali artificialmente prodotti mediante processi di lavorazione legati alla realtà locale (ceramiche e prodotti laterizi in generale); in base a questi aspetti, dunque, la cultura materiale si manifesta attraverso due tipologie di risorse: quelle produttive (quali i processi di produzione industriale legate alle realtà locali), e quelle umane (quali le capacità tecniche e tecnologiche e la cultura materiale che caratterizza il luogo come, ad esempio, l'artigiano locale)". Cfr. D. FRANCESE, *Il benessere negli interventi di recupero edilizio*, Padova 2002, p. 30. Si rimanda inoltre a tutta all'ampia bibliografia in merito alla cultura materiale in generale: J.M. PESEZ, R. BUCAILLE, voce *Cultura materiale*, Enciclopedia Einaudi, vol. IV, Torino, 1978; G. ANGIONI, *Il sapere della mano. Saggi di antropologia del lavoro*, Palermo, 1980; J.M. PESEZ, *Storia della cultura materiale*, in J.L.E GOFF (a cura di), *La nuova storia*, Milano, 1980; F. BOAS, *Arte primitiva*, Torino, 1981; P. G. SOLINAS (a cura di), *Gli oggetti esemplari. I documenti di cultura materiale in antropologia*, Montepulciano, 1989; G. W. STOCKING jr., *Gli oggetti e gli altri. Saggi sui musei e sulla cultura materiale*, Roma, 2000; all'ampia bibliografia sulla cultura materiale riferita all'architettura come opera del sapere tecnico-empirico dell'uomo condotti dal prof. T. Mannoni all'interno dell'Istituto di Storia della Cultura Materiale (ISCUM).

<sup>63</sup> S. LOS, *Contenuti ambientali e regionalismo dell'architettura storica bioclimatica*, in Linee Guida A.T.T.E.S.S (Edilizia storica e sostenibilità). *La qualità delle prestazioni energetico-ambientali nella manutenzione dell'edilizia storica*, 2010.

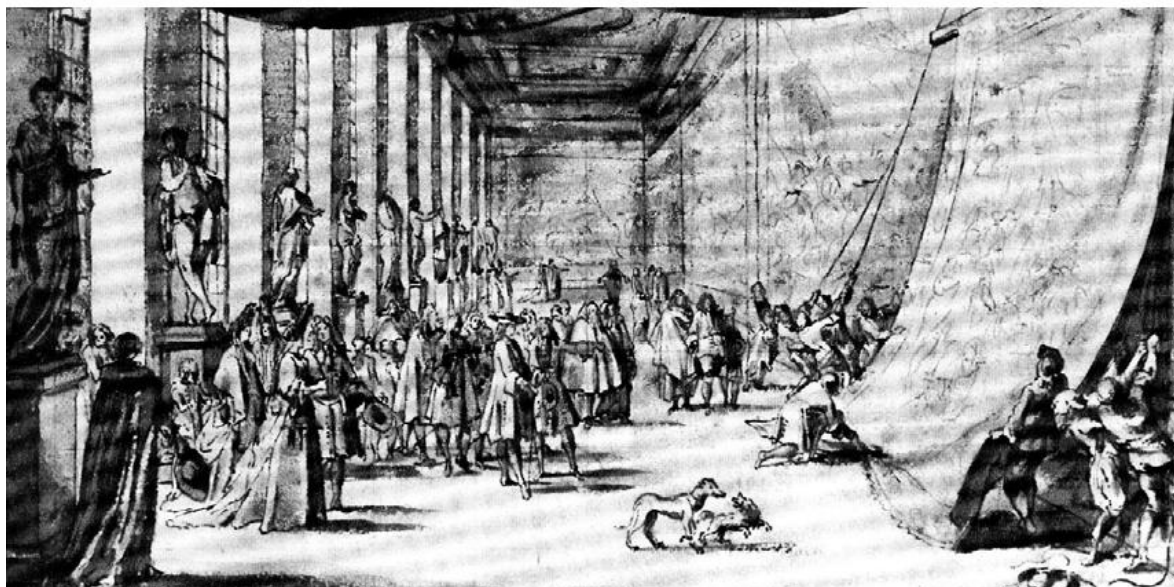
abbassino la temperatura all'interno e d'inverno, mantenendole chiuse, sfruttino l'aria calda interna, dovuta all'insolazione nelle ore diurne, mantenendola anche nelle ore notturne grazie alla buona coibentazione del sistema di chiusura dell'infisso; la presenza di sistemi oscuranti quali tendaggi, di schermature mobili collocate in corrispondenza degli infissi e utili sia nei mesi estivi per proteggere dalla radiazione solare che d'inverno per aumentare l'inerzia termica del sistema serramento. Altra importante caratteristica



Sezione di un edificio che sintetizza il sistema tecnologico avanzato di efficienza energetica dei manufatti storici. (Fonte: P. RAVA, *Del restauro energetico degli edifici storici*, in P. DAVOLI, *Il recupero energetico ambientale del costruito*, Santarcangelo di Romagna 2010, p. 26.)

è la presenza di corti interne ai palazzi, cavedi, logge per allontanare gli ambienti dalla radiazione solare diretta, tutti elementi che sommati e considerati nella loro azione collettiva, ci restituiscono edifici che climaticamente raggiungono livelli di comfort termico interno paragonabili alle condizioni fornite dai moderni sistemi di climatizzazione e condizionamento. Elemento da non trascurare, e di grande uso nei palazzi signorili, era l'utilizzo di arredi-impianti: anche la mobilia interna veniva scelta per migliorare il comfort invernale. Uno tra questi è rappresentato dal sistema degli arazzi appesi alle pareti, che oltre ad essere poi divenuti elementi decorativi veri e propri, avevano lo scopo principale di aumentare l'inerzia termica delle pareti esterne nei mesi invernali fungendo quasi da





Disegno di Sebastian. Leclerc, " IL soprintendente Colbert de Villacerf visita il manufatto dei Gobelins". (Fonte: P. ROSEMBERG, Il seicento francese, Parigi, 1971, p. 92.

"seconda pelle". Funzione analoga avevano i tendaggi disegnati e fissati direttamente sulle pareti che sfruttando le temperature superficiali dei materiali diversi degli intradossi dei paramenti murali abbassando la temperatura radiante superficiale delle pareti in pietra.

Sostenibile per eccellenza è poi l'uso delle risorse locali, di materiali costruttivi reperibili, rinnovabili e riciclabili; la collocazione sempre correlata alle caratteristiche del territorio come microclima, condizioni di insolazione, dominanza dei venti. L'insieme di tutti questi elementi fa dell'architettura storica un riferimento per il modo di costruire moderno. Lo studio analitico di tutte queste caratteristiche che connotano le architetture preesistenti permette di individuare una serie di informazioni complesse che, se interpretate correttamente, possono essere di riferimento metodologico sia per la progettazione del nuovo, ma soprattutto per un intervento sul costruito che sia capace di coniugare le ragioni della conservazione con il soddisfacimento dei requisiti richiesti. *"Se affrontiamo il progetto di recupero dal punto di vista dell'approccio bioclimatico (un approccio che contempli la partecipazione di tutti gli elementi della costruzione) e di risparmio energetico, possiamo evitare che siano trascurate le reali potenzialità dell'edificio esistente, e dunque che il progetto di recupero anziché migliorare possa peggiorare l'efficienza energetica dell'edificio e soprattutto limitarne l'autosufficienza in termini di energia"*<sup>64</sup>

<sup>64</sup> D. FRANCESE, *Il benessere negli interventi di recupero edilizio*, Padova 2002, p. 21-22.

### ***Capitolo 3***

***Il quartiere “Monte” di Piazza Armerina (Enna): caratteristiche del caso  
studio e ragioni di una scelta***

### 3. Il quartiere "Monte" di Piazza Armerina (Enna): caratteristiche del caso studio e ragioni di una scelta

Il territorio di Piazza Armerina è stato occupato da insediamenti urbani sin dall'epoca preistorica, come testimoniano numerosi ritrovamenti archeologici e testimonianze provenienti dal sottosuolo<sup>1</sup>. Dal complesso degli studi pubblicati sull'argomento,<sup>2</sup> emerge che la città di Piazza Armerina ha come preciso anno di fondazione il 1163. L'antica città, distrutta nel 1161 da Guglielmo II detto il Malo, e sulla cui localizzazione ancora oggi gli studiosi divergono, rimane tuttavia riferimento e memoria per la



Ortofotocarta di Piazza Armerina

nuova: secondo gli storici infatti, la nuova città fu costruita utilizzando i resti della vecchia. Quale che sia l'origine, nei documenti la città è sempre indicata con il nome *Platia*, *Piazza* o *Chiazza*, nella versione dialettale, e quale che sia la vicenda della sua fondazione o rifondazione, oggi la struttura urbana della città presenta, senza dubbio, il segno dell'impianto militare "normanno". La parte più antica occupa infatti le pendici occidentali del monte Mira che al suo apice raggiunge i 721 m sul livello del mare, dalle quali si domina la valle del fiume Rocca e Riana le cui valli circondano il colle Mira. Il fiume Gela è oggi ridotto ad un ruscello, ma nel Medioevo era ben più consistente, a tratti navigabile, e fonte della ricchezza dell'intera Sicilia centro-meridionale.

<sup>1</sup> Si rimanda alle numerose e recenti campagne di scavo effettuate dal 2004 al 2007 e condotti dal prof. Patrizio Pensabene dell'Università di Roma "La Sapienza" in P. PENSABENE (a cura di), *Piazza Armerina Villa del Casale e la Sicilia tra tardoantico e medioevo*, Roma, 2010.

<sup>2</sup> La prima storia organica della città fu pubblicata nel 1654 ad opera del padre gesuita G.P. Chiarandà in *Piazza, città di Sicilia, antica, nuova, sacra e nobile*, Messina 1654; a questa hanno fatto seguito nel 1855 le note pubblicate da AMICO V., *Dizionario topografico della Sicilia*, a c. di G. Di Marzo, 2 voll., Palermo 1855-56.

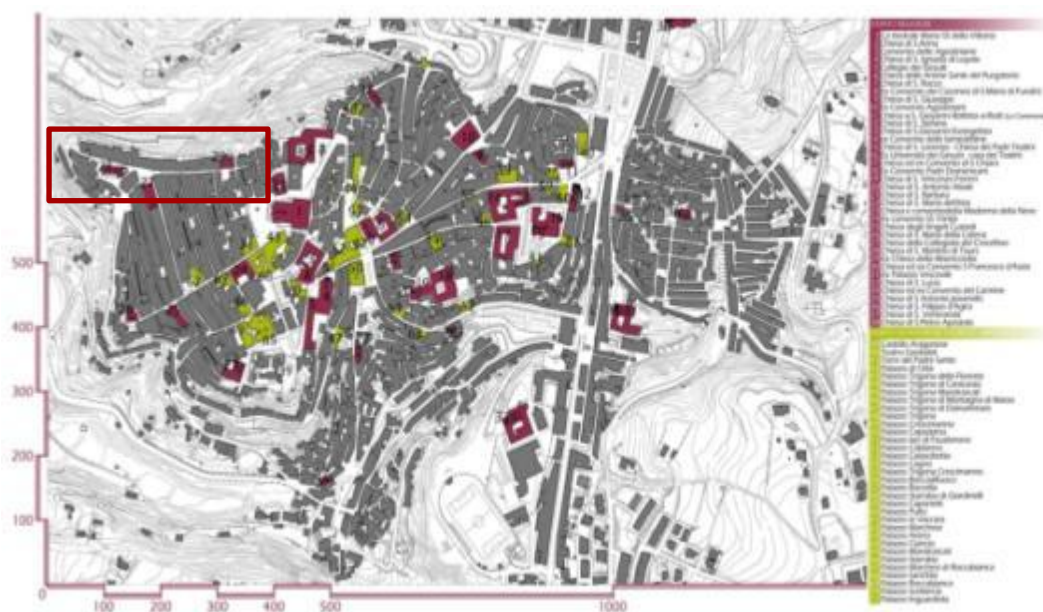
Studi critici sulla città medievale sono stati pubblicati da Ignazio Nigrelli in *Piazza Armerina medievale. Note di vita artistica, sociale e culturale del XII al XV secolo*, Palermo, 1983 e da Rosa Oliva nel 1992 in *Piazza Armerina medievale*, Demetra n. 2, Semestrale degli Architetti di Enna, Palermo, 1992. Gli ultimi approfondimenti sul profilo urbanistico della città di Piazza Armerina sono a cura di Fausto Carmelo Nigrelli.



Piazza Armerina, così come molti centri della Sicilia Orientale, è stata meta di tanti viaggiatori che tra la fine del Settecento e l'inizio dell'Ottocento ne hanno fatto una tappa del loro *Grand Tour*. Molto utili sono le considerazioni che questi viaggiatori appuntavano



## Stralcio Piano Regolatore Generale di Piazza Armerina



### Edifici di religiosi e di interesse storico-artistico del centro storico

sui loro diari per comprendere alcuni aspetti figurativi del territorio piazzese in quell'epoca e le impressioni che questa cittadina, inserita nel suo paesaggio, suscitava su degli studiosi d'Oltralpe. Tra i brani<sup>3</sup> più significativi si riporta uno stralcio di una lettera alla moglie tratta dal diario di Viollet-Le-Duc<sup>4</sup> nel suo viaggio in Sicilia del 1836:

<sup>3</sup> Molti di questi brani sono riportati in I. NIGRELLI, *Viaggiatori Stranieri a Piazza Armerina e nella Sicilia Interna*, Piazza Armerina, 1990.

<sup>4</sup> E. E. VIOLLET-LE-DUC, *Lettres d'Italie 1836-1837 adressés à sa famille*, Parigi, 1971.

*«Dunque a Caltanissetta eravamo già stanchi e affaticati. Non potevamo restare là perché non c'era niente da fare. Giorno 30 alle 3 del mattino Peppe viene a svegliarci e partiamo per Piazza. Non ti descriverò la strada perché assomiglia abbastanza a tutte quelle che abbiamo visto all'interno della Sicilia. La città di Piazza si vedeva attraverso gli alberi in fondo alla piccola gola in cui noi camminavamo e la cupola della cattedrale dominava quest'incantevole paesaggio. L'anima un poco sollevata e la speranza di trovare un bel posto fresco e tranquillo ci faceva camminare con coraggio, sicché a mezzogiorno eravamo sotto Piazza. Tuttavia con nostro grande stupore a un miglio nelle vicinanze di Piazza ci troviamo in una vallata incantevole, fresca, coperta dalla più bella vegetazione, non di oliveti e aranceti di cui cominciamo ad essere sazi, ma di pioppi tremuli, di pioppi, di querce e di noccioleti, infine noi crediamo di essere quasi in Francia, e questo piccolo posto bagnato da ruscelli freschi e limpidi (cosa che non avevamo più visto da Palermo) ci faceva battere il cuore di gioia, riportandoci totalmente nel nostro bel paese, troppo poco conosciuto e troppo poco vantato (la Borgogna)....Ma che delusione! Questa città così graziosa, così piacevole da lontano, così fresca e il cui soggiorno ci sembrava tra i più dolci, da vicino non ci offriva che orribili catapecchie sudicie e nere, delle capanne senza finestre, mal costruite, brutte, un paese polveroso e sterile, acqua putrida e fango dappertutto; quando si è molto stanchi e ci sono 30 o 35 gradi di caldo all'ombra, quando si sono fatte otto leghe (36 km. circa<sup>5</sup>) sotto il sole e si ha sete e si avrebbe bisogno da qualche giorno di un buon letto e di un alloggio passabile, non si può immaginare il dispiacere che due viandanti provano non trovando niente che possa ristorare la loro stanchezza, niente che risponda alla speranza che avevano di potersi riposare una mezza giornata in pace in mezzo ad una città piacevole e in un buon albergo.*

*Infine ci arrampichiamo nella città, poiché in tutto questo detestabile paese bisogna arrampicarsi per un quarto d'ora almeno per arrivare ai piedi della città, eccoci nella strada principale. "La locanda?", ci chiediamo ansanti. Eccola, ma non c'è più posto, è piena (nuova disperazione); ci si conduce allora in un posto malfamato spaventoso, in una capanna sporca e affumicata; ci si dà per passare la nostra notte una camera per metà smattonata i cui muri screpolati minacciavano di rovinare, delle sedie rotte, una tavola di cui era impossibile definire né la forma né il colore, due letti! cioè due cumuli di stracci (...), in un angolo un mucchio di calcinacci e d'immondizia, una finestra senza imposte né vetri, su un'asse alcuni vasi (...) e delle cipolle, appeso a un chiodo un vecchio cappello. quanto ai muri essi erano rossicci e grassi come un vecchio lume... Se aveste visto le nostre facce*

---

<sup>5</sup> Nota di Ignazio Nigrelli.

*tristi, calcolando dato il posto la quantità di insetti che dovevano la notte cospirare contro il nostro riposo, voi avreste avuto pietà di noi. E non era tutto partendo da Agrigento, col sangue un po' riscaldato dalle quattro giornate che avevamo lavorato al sole, avevo cominciato a sentir alcuni foruncoli che mi spuntavano sulle gambe e nel fondo schiena. Ciò cominciava a darmi molto fastidio, sia per camminare che per sedere; io non potevo, dunque, né lavorare né riposare, situazione molto difficile....*

*Mentre tristi e silenziosi eravamo in questa bettola a dissetarci con dell'eccellente vino a due soldi il litro e della buona acqua, il padrone della casa, una specie di contadino sornione e di brutto aspetto, venne a farci un bel discorso, dicendoci che noi eravamo dei gran signori, anzi grandiosi secondo la sua espressione, e quindi dovevamo pagarlo bene; noi gli offriamo tre tarì per la sua camera, cioè 27 soldi, cioè che equivale in franchi a 35 soldi almeno; egli accetta e se ne va. Sua moglie, accovacciata come un gufo a filare nel vano d'una finestra, appena il marito se ne andò, approfittando del fatto che non si poteva trovare una camera che a casa sua, ci domanda sei tarì; questa cattiva fede, l'orribile aspetto della camera, la fisionomia bassa e brigantesca dei nostri ospiti e infine il sole che in questo paese vi toglie un po' la pazienza, ci fanno andare completamente in bestia...*

*"Peppe", gridiamo (al nostro mulattiere), "il cavallo: partiamo subito per Caltagirone"»*

Diverse invece sono le considerazioni del francese Jean. Houel, pittore della corte di Luigi XVI, il quale nel 1776 visitò la Sicilia e, alla ricerca delle antichità, giunse anche a Piazza Armerina. Si riporta di seguito la descrizione che egli fa di Piazza tratta dalla pagina 55 del III tomo del suo *"Voyage pittoresque"*<sup>6</sup>: «Dopo aver visitato Castrogiovanni, mi recai a Piazza, i cui dintorni mi hanno in-cantato per la quantità di alberi che vi si coltiva e che adornano i posti più belli. Questa città è una di quelle che io preferirei abitare a causa della bellezza dei suoi dintorni e della quantità d'acque che vi si vede circolare da tutte le parti. Piazza non è che una città moderna: essa deve la sua origine alla distruzione d'una borgata o villaggio, che si era formata dai resti dell'antica città di Gelentium. Quando questa fu distrutta, i suoi abitanti si rifugiarono alla sommità d'un monte, ad un miglio di distanza, dove oggi c'è un eremo. Là essi fondarono un abitato chiamato Pluzia: esso fu distrutto dai Saracini; e la città di Piazza si innalzò sui suoi ruderi ai piedi della montagna. Da Pluzia per corruzione il tempo ha fatto Piazza. L'antica Gelentium era attraversata dal fiume Giaccio, a quattro miglia al disotto della sorgente e a tre miglia al di sotto del luogo

<sup>6</sup> J. HOUEL, *Voyage pittoresque des Isles de Sicile, de Lipari et de Malte*, Parigi, 1787.

*dove ora si trova Piazza. Essa era situata presso una montagna poco elevata, che si chiama Philosophiana. Ho visto ancora in questo luogo degli ammassi considerevoli di rovine, ma circondate, e spesso nascoste da noccioleti, che si coltivano in gran quantità in questo paese. Sotto questi alberi e sotto delle macchie ho visto molti pezzi di muro, alcuni rettilinei che formano degli angoli di diversi gradi, altri che formano delle linee circolari: ho notato dei muri dallo spessore di sette-otto piedi (cioè oltre due metri) e della lunghezza di otto tese (cioè circa 120 m.) dove si vedono ancora arcate e nicchie poste alternativamente e disposte in linea diritta. Le pietre di questa costruzione erano intagliate molto bene e della grandezza dei mattoni greci che ho già descritto. Questo pezzo mi parve di esecuzione bellissima. Vidi anche una vasca, che in questo paese si prende per un bagno, ma è un errore: essa ha una lunghezza di 42 piedi (m. 23,65) contro 4 piedi e sei pollici di larghezza" (m. 1,45). Ho visto tra le rovine un pezzo di vaso di marmo la cui forma sembrava essere stata quella di una ciotola. I proprietari, scavando per piantare degli alberi, hanno trovato frammenti di statue, basi, architravi e tronchi di colonna di marmo ed altri resti».*

### **Il quartiere Monte**

L'antico quartiere Monte, primo insediamento della nuova città, edificato appunto sul colle Mira, rappresenta un sito privilegiato da garantire agli abitanti condizioni di difesa e di risorse naturali tali da resistere agli eventuali attacchi. La scelta del Colle Mira per il primo nucleo abitativo della città ha fatto sì che non si costruisse neppure una cinta muraria a sua difesa poiché già difficile da raggiungere per le sue caratteristiche orografiche. Questo primo nucleo urbano del XII secolo è conservato sino alla fine del XIV, presenta un tessuto uniforme e nella sua parte più antica ospita la Chiesa Madre ed il Castello<sup>7</sup>. La posizione di quest'ultimo, sulla sommità del colle, e della Chiesa Madre, determinano quindi il primo asse di sviluppo longitudinale della città oggi individuabile con la via Misericordia, affiancato successivamente da un altro asse parallelo (l'attuale via Monte). L'arteria longitudinale di Via Misericordia univa direttamente i due elementi primari Castello, centro civile e militare di comando, e Chiesa Madre, centro religioso. Nel corso del XIV secolo una nuova espansione interessò i versanti nord-est del Colle Mira e di conseguenza, in poco tempo, il Castello fu incorporato all'interno del nucleo urbano perdendo quindi la sua funzione di difesa. Nel corso del XV secolo fu costruito un nuovo Castello, per volontà del re Martino, all'estremità sud del colle Mira. L'antico nucleo

---

<sup>7</sup> Riconoscibile nelle strutture dell'ex convento di S. Francesco.



urbano, organizzato secondo i due assi longitudinali delle attuali via Misericordia e via Monte, si espande verso sud-ovest e determina la nascita di un terzo asse longitudinale non più rettilineo (l'attuale Via Crescimanno) che collegava il nuovo castello alla Porta Catalana. L'impianto urbano di Piazza risulta così definito da tre assi stradali longitudinali e da strette strade secondarie trasversali.

I fabbricati sono disposti trasversalmente al pendio con una struttura "a lisca di pesce" con lunghi isolati in direzione nord-sud. La tipologia edilizia descritta dagli storici<sup>8</sup> è costituita da fabbricati a schiera, a carattere unifamiliare, con tre fronti cieche e una sola libera. Questa disposizione permetteva un grande risparmio dei costi di costruzione e rispondeva alle esigenze della popolazione contadina che poteva facilmente conservare i raccolti grazie all'esposizione e alla aerazione degli ambienti terrani<sup>9</sup>. Gli edifici, in pietra arenaria locale di colore grigio-rosato, erano costruiti a due piani di cui il piano terreno



Foto aerea del quartiere Monte con individuazione della Via Misericordia come arteria di collegamento tra l'antico Castello e l'antica Chiesa Madre.

ospitava generalmente la stalla ed il primo piano l'abitazione della famiglia.

Nel corso del XV secolo la città si accresce verso nord-est e sud-est in modo irregolare con strade che si adeguano all'orografia. E' in questi anni che si configura la

<sup>8</sup> Si veda A. ROCCELLA, *Storia di Piazza Armerina dalla sua fondazione al 1878*, vol. III, manoscritto inedito, p. 253.

<sup>9</sup> Si veda L. VILLARI, *Storia della città di Piazza Armerina, capitale dei Lombardi di Sicilia*, III ed., Piacenza, 1987, p. 200.

piazza Cattedrale con la costruzione della Chiesa di Santa Maria Maggiore, nuova Chiesa Madre della città. Lo spazio intorno alla chiesa diventa il nuovo cuore della città e ingloba anche la funzione di mercato. La Chiesa oggi domina con la sua enorme mole fuori scala, l'intera città mostrando il prospetto principale al Monte e un sobrio prospetto, che ricorda più un edificio civile che una chiesa, al borgo verso est.

### **Le ragioni di una scelta**

Il quartiere Monte, d'impianto normanno, rappresenta l'occasione progettuale per alcune proposte di intervento di miglioramento energetico. Lo studio si occupa di edilizia cosiddetta "minore" ed approfondisce l'indagine su un unico isolato lungo quasi trecento metri, posto a nord del centro storico del quale definisce il confine sulla vallata della costa S. Francesco.

L'intero quartiere, ancor di più l'isolato oggetto dell'approfondimento, è costituito da edilizia storica aggregata per crescita spontanea che, seppur priva di intenzionalità artistica, rappresenta il prodotto dell'operosità umana di questa specifica zona della regione, da divenire, in questa occasione, oggetto di interesse anche della disciplina del restauro poiché portatrice di valori culturali e patrimoniali per la storia urbana.



Veduta del centro storico di Piazza Armerina dominato dalla chiesa Madre.

Consapevoli del fatto che *“ogni molecola dell’universo antropico è quella che è in virtù della sua relazione con le altre che insieme costituiscono una struttura”*,<sup>10</sup> potremmo dire, parafrasando concetti provenienti da altri ambiti disciplinari, che ci troviamo in presenza di una “catena molecolare” che una volta spezzata è compromessa non solo localmente, ma nella sua globalità.

Il blocco edilizio oggetto dell’approfondimento è costituito da una serie di unità abitative aggregate con il sistema a schiera, in cui il complesso residenziale originario è stato totalmente trasformato in alzata pur mantenendo la stessa impronta planimetrica. Lo stato attuale delle abitazioni di Piazza Armerina non presenta condizioni abitative ed ambientali soddisfacenti rispetto agli standards di vita contemporanei, soprattutto a causa della scarsa ventilazione e illuminazione degli alloggi. Attraverso la scomposizione dell’organismo edilizio negli elementi architettonici che giocano un ruolo importante in merito al contenimento energetico (copertura, involucro esterno, infissi, partizioni interne etc.), si vuole analizzare criticamente la loro condizione di conservazione contemporaneamente allo studio delle condizioni climatiche e morfologiche del sito. La scomposizione in parti consente di individuare i nodi problematici ed i punti di forza su cui intervenire attraverso un progetto consapevole che trasformi i vincoli in opportunità, secondo una strategia operativa che la disciplina del restauro ha ampiamente collaudato e finalizzato alla massimizzazione della permanenza materica ed alla qualificazione progettuale dei nuovi apporti necessari ai fini della conservazione. Tuttavia, come è stato opportunamente sottolineato, *“è necessario considerare la caratteristica di emergenza intrinseca che connota le proprietà specifiche delle realtà sistemiche: ciò vuol dire che queste proprietà sono caratteristiche del sistema ma non sono deducibili dall’analisi dei suoi componenti presi singolarmente. Un edificio antico e ricco di significati complessi, è da considerarsi un sistema dinamico per il quale interventi tecnologici ispirati al concetto di macchina e di riparazione per singoli componenti sono assolutamente inadeguati”*<sup>11</sup>.

Il carattere inedito del centro storico di Piazza Armerina che, pur essendo poco studiato in ambito delle tecniche costruttive e dell’uso dei materiali, si mostra altrettanto interessante per le sue peculiarità sia dal punto di vista culturale che ambientale, ha senz’altro incrementato l’interesse verso l’analisi dei manufatti oggetto dell’indagine. La

<sup>10</sup> R. DALLA NEGRA, *Questioni di metodo nello studio degli aggregati urbani. Riflessi per la disciplina del restauro*, in C. VARAGNOLI, (a cura di), *Muri parlanti. Prospettive per l’analisi e la conservazione dell’edilizia storica*, Atti del Convegno (Pescara 26-27 Settembre 2008), Firenze 2010.

<sup>11</sup> S. DELLA TORRE, G. MINATI, *Conservazione e manutenzione del costruito*, in «Il progetto sostenibile», 2004, n. 2, p. 16.

presenza di un piano di recupero di base redatto dal prof. Giuseppe Dato (1998-2002) e di una amministrazione comunale, guidata dal prof. Fausto Carmelo Nigrelli, particolarmente sensibile alle tematiche trattate, non ha potuto che confermare la scelta del centro storico piazzese come caso studio da approfondire.

### 3.1. Inquadramento storico, urbano e morfologico del quartiere e dell'isolato scelto

L' impianto del quartiere Monte è costituito da una strada primaria non più larga di 6 metri lungo la quale si innestano a pettine stradine secondarie con una larghezza media di 2-3 metri. Le stradine definiscono isolati molto allungati in cui si dispongono a schiera unità abitative separate da un vicolo-intercapedine, parallelo alle stradine. Quest'ultimo, chiamato "vanella", largo circa 1 metro serviva, ed in parte ancora serve, come canale di raccolta delle acque piovane e molto probabilmente è servito per lungo tempo anche come scolo delle acque nere.



Planimetria di Piazza Armerina (EN) (Fonte: Piano di recupero, Dato)

La fondazione normanna della città di Piazza Armerina, propria della roccaforte militare degli "oppida Lombardorum", è ulteriormente rimarcata dalla sua configurazione planimetrica. I Lombardi che si insediano a Piazza molto probabilmente non rinunziano ai modelli residenziali di provenienza e organizzano impianti urbani del tutto simili ai "ricetti" piemontesi, caratterizzati da isolati lunghi e stretti percorsi longitudinalmente da una vanella. Sulla base degli studi redatti dal prof. Giuseppe Dato<sup>12</sup>, impianti urbani simili possono essere rintracciati nei centri di Randazzo e Cefalù che risalgono allo stesso periodo di fondazione.



Planimetria di Randazzo (CT) (Fonte: Piano di recupero, Dato)



Planimetria di Cefalù (PA) (Fonte: Piano di recupero, Dato)

<sup>12</sup> I riferimenti alle fonti iconografiche e le considerazioni sullo sviluppo urbanistico del quartiere Monte si rifanno agli studi sul Piano di recupero per il quartiere Monte del comune di Piazza Armerina redatto da Giuseppe Dato tra il 1998 e il 2002.



Degli originari sistemi residenziali costituenti gli isolati del quartiere Monte si hanno poche informazioni se non quelle ricavate dall'esame delle scarse fonti iconografiche esistenti che ne descrivono sommariamente i caratteri preminenti.

Un particolare di una tela custodita nella chiesa dei Teatini e lo sbalzo del pettorale della Madonna delle Vittorie (1625) oggi scomparso, rappresentano la città ai primi del Seicento. In queste due rappresentazioni la città appare con un tessuto molto denso di case, ad uno o due piani, fra cui svettano campanili ed alte torri, la sagoma del castello



La città in una tela custodita nella chiesa dei Teatini.  
(Fonte: Piano di recupero, Dato)



La città rappresentata nello sbalzo del pettorale della Madonna delle Vittorie.(Fonte Piano di recupero, Dato)

aragonese con le sue alte torri. La città appare cinta dalle mura con la rappresentazione di una porta da cui si diparte una larga strada che poi si biforca nella direzione del castello e nella direzione della chiesa di S. Maria Maggiore, nuova cattedrale della città.

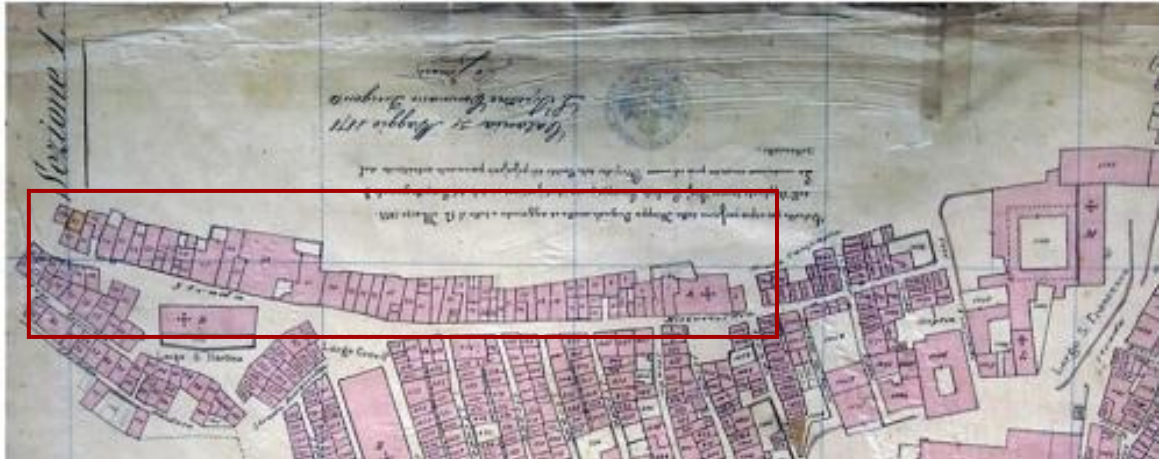


Catasto Borbonico redatto tra il 1837 e il 1853 con in evidenza l'isolato oggetto dell'approfondimento (Orientamento della carta sud-nord).(Fonte: Piano di recupero, Dato)

Esaminando invece il cosiddetto Catasto borbonico, redatto probabilmente fra il 1837 e il 1853 e prima pianta di tipo geometrico fino ad oggi nota, si può ricavare l'andamento morfologico degli isolati. L'analisi di questa carta ci permette di considerare

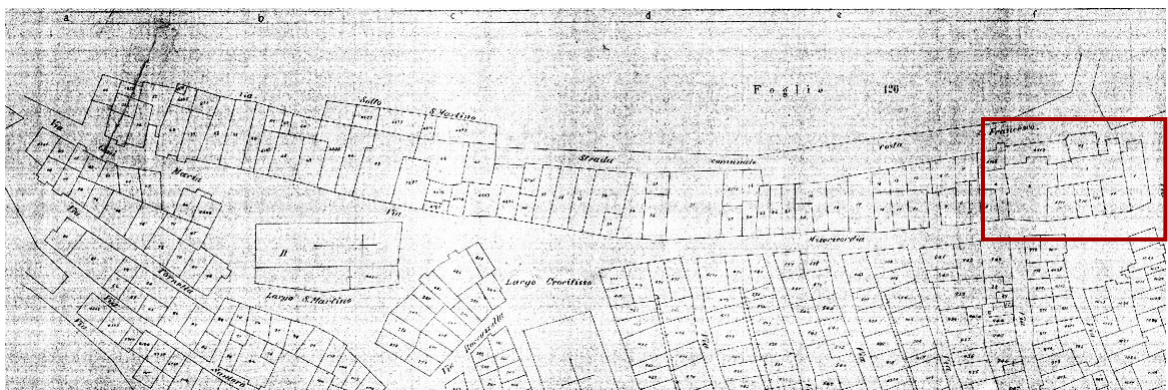


come il quartiere Monte appaia molto simile alla configurazione attuale con lo schema a lisca di pesce e ci consente di coglierne le permanenze dello spazio pubblico e delle chiese indicate con il simbolo della croce. Risulta ancora presente la Chiesa della Misericordia posta sull'estremità ad est dell'isolato oggetto dello studio e successivamente trasformata in residenze.



Catasto geometrico particellare del 1878 con in evidenza l'isolato oggetto dell'approfondimento. (Fonte: PRG)

Occorre attendere il 1878 con il primo catasto geometrico particellare per avere una rappresentazione più dettagliata dello spazio pubblico e della forma degli isolati. In questa carta sono indicate con chiarezza tutte le chiese, i toponimi delle strade e dei larghi e sono soprattutto visibili le "vanelle" che percorrono longitudinalmente gli isolati e che spesso appaiono totalmente assorbite dalle particelle. Anche in questa carta è visibile la Chiesa della Misericordia trasformata successivamente in diverse unità residenziali a tre piani (come risulta visibile nella mappa catastale del 1940).

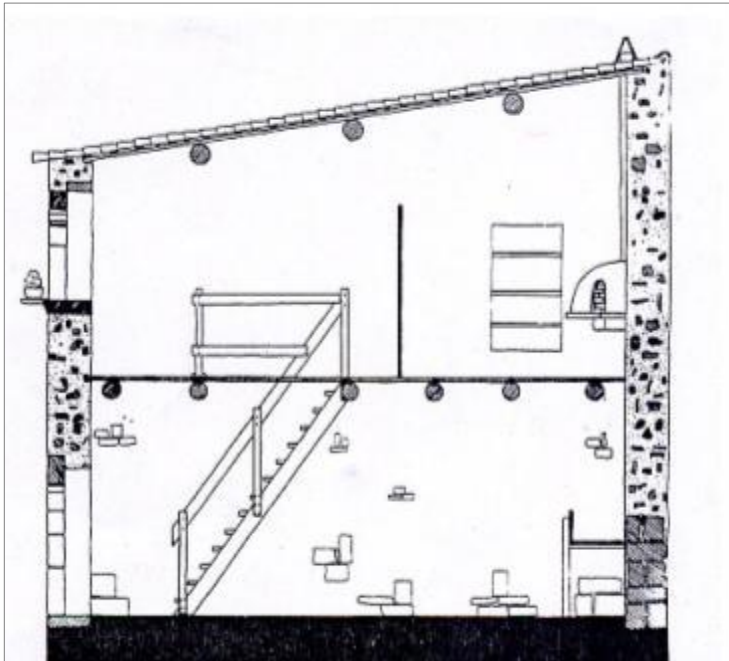


Catasto geometrico particellare del 1940 con in evidenza le unità abitative in cui è stata trasformata la chiesa della Misericordia. (Fonte: Piano di recupero, Dato)

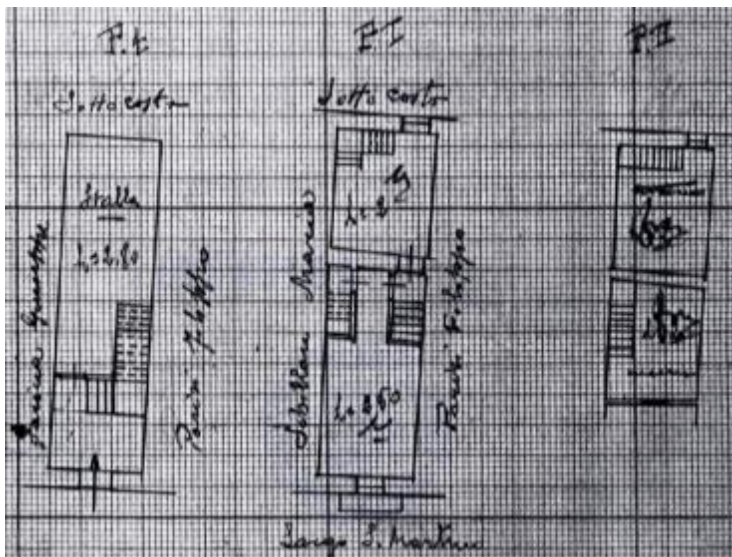
Il catasto urbano del 1940 rappresenta in modo più dettagliato la divisione particellare dell'isolato con i toponimi degli slarghi in riferimento alle Chiese di S. Martino e del Crocifisso, salvo il fatto che non è più indicata la chiesa della Misericordia.

Oggi, dopo nove secoli, dell'originario "oppidum Lombardorum" è riconoscibile l'impianto viario, la forma degli isolati ed alcuni elementi di architettura (archi ad ogiva) in alcuni immobili e nella chiesa di S. Martino.

## Le unità architettoniche



### Esempio di unità abitativa con il “vano caverna” al piano terra

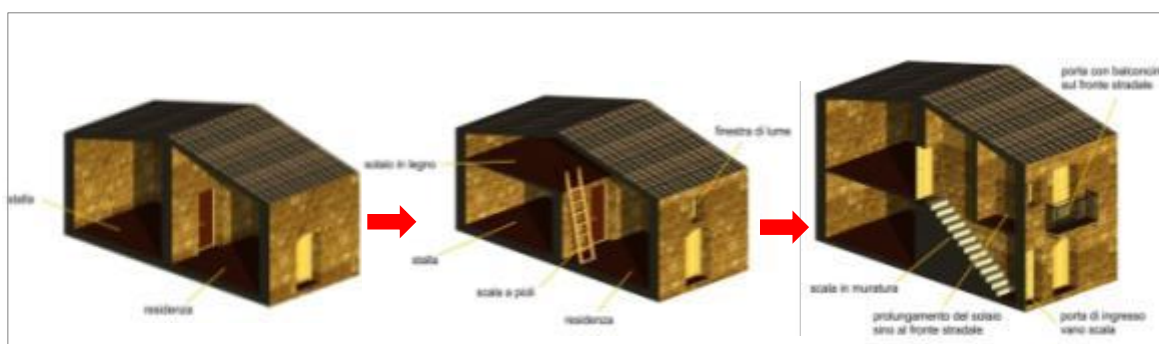


Planimetria di una unità abitativa (corrispondente alla n. 12 ) redatta nel 1940 in cui è indicato il vano terrano come stalla.(Fonte: Piano di recupero, Dato)

Sia le fonti iconografiche più antiche che i catasti geometrici non possono dare informazioni sufficienti sui tipi edilizi<sup>13</sup>. Queste sono state ricavate in forma deduttiva dai rilievi delle strutture edilizie e dei prospetti delle singole unità edilizie in scala 1:200 e dal confronto con gli altri impianti urbani (Cefalù e Randazzo) risalenti al medesimo periodo storico di formazione del quartiere Monte. La prima fase di impianto degli isolati del quartiere Monte è caratterizzata dall'aggregazione a schiera, lungo le stradine, di case terrane bicellulari (un vano con prospetto sulla stradina ed un vano con prospetto sulla vanella) o da case "solarate" con un secondo piano segnato da un solaio in legno a cui si accedeva con una scala a pioli.

<sup>13</sup> Il termine tipo edilizio è da intendersi secondo l'accezione che definisce alla voce "Tipologia." G.C.ARGAN, Enciclopedia Universale dell'arte, Firenze, 1966, vol. XIV, ovvero quella che «*considera gli oggetti della produzione nei loro aspetti formali di serie, dovuti ad una funzione comune od a una reciproca imitazione in contrasto con gli aspetti individuali*».

Spesso le stradine che delimitano gli isolati sono sfalsate con differenze di quota di 2-3 metri: ciò implica che una unità residenziale (all'origine casa terrana o solarata) possa avere uno o due vani configurati a caverna ovvero con una parete-prospetto su strada e le altre aderenti alle unità residenziali limitrofe o a contrafforte del terrapieno. Nel caso dell'isolato in esame<sup>14</sup>, molti dei vani terrani che prospettano sulla Costa S. Francesco, possono essere considerati vani a caverna poiché presentano un fronte contro terra del salto di quota tra i due prospetti dell'isolati di circa 5-6 metri. Come sottolineato dagli studi precedenti<sup>15</sup>, questi vani erano probabilmente usati come stalle o depositi da cui con la scala a pioli si accedeva al "solaro". Non è escluso che questi vani seminterrati fossero usati come residenza in totale promiscuità con gli animali; nelle planimetrie degli immobili urbani del 1940 è ancora indicato l'uso a stalle di questi vani. Oggi gran parte di questi vani sono stati trasformati in garage o depositi.



Schema del tipo edilizio maggiormente diffuso nel quartiere Monte a Piazza Armerina nelle sue trasformazioni(Fonte: Piano di recupero, Dato)

Allo stato attuale, il sistema residenziale è stato totalmente trasformato pur mantenendo spesso costante la partitura del lotto originario. Non è infatti difficile immaginare che l'incremento demografico abbia determinato, come spesso è successo per le città murate, l'aumento in altezza del sistema residenziale esistente. E' andato via via affermandosi il tipo edilizio così caratterizzato: due vani al piano terra di cui uno ha una porta sul fronte stradale; generalmente il piano terra non è collegato al piano primo in quanto a quest'ultimo si accede con una scala denunciata sul prospetto da una porta che si affianca a quella che segna il vano terra; il piano primo è composto allo stesso modo da due vani: uno ha una porta con balcone sul fronte stradale e generalmente una finestra in corrispondenza di un camerino per i servizi igienici che insiste sul vano scala. Tale impianto distributivo può essere ripetuto per diversi piani (generalmente 3-4) dando vita alle cosiddette "case a torre".

<sup>14</sup> Si vedano le schede di rilievo in cui è visibile come i piani terra siano quasi tutti "vani caverna".

<sup>15</sup> G. DATO, *Schema di massima del PRG della città di Piazza Armerina, Relazione*, 1999.



L'incremento edilizio ha notevolmente peggiorato le condizioni ambientali proiettando ombre e quindi favorendo condizioni di umidità nelle stradine già abbastanza strette; la fame di spazio residenziale ha generato anche l'appropriazione indebita delle vecchie "vanelle" trasformate in pertinenze di vani e peggiorando le condizioni di insolazione, ventilazione e riscontro d'aria già limitate.

La rivoluzione igienista di fine Ottocento ha contribuito alla trasformazione del sistema distributivo interno e dei prospetti



delle singole unità residenziali: in corrispondenza del vano scala al

Piccola vanelle tra due unità abitative adibita a canale di raccolta delle acque

piano primo viene ricavato un camerino per il vaso ed il lavabo, denunciato sul prospetto esterno oltre che da una finestra (a volte anche da un foro) anche dall'immancabile tubo di scarico a vista. L'assenza per le singole unità residenziali di spazi di pertinenza interni all'isolato (cortili o cavedi) ha comportato una significativa trasformazione degli originari balconi a petto (con i caratteristici ballatoi a guscio in pietra arenaria) in balconi più ampi ed aggettanti su mensole in pietra o in ferro o in cemento armato, usati come stenditoi oppure ha comportato la costruzione di terrazze di coronamento anch'esse usate prevalentemente come stenditoi. Ma anche la rivoluzione tecnologica degli anni più recenti ha contribuito al degrado edilizio ed ambientale per l'assenza di spazi pertinenziali: così i prospetti sono avvolti da una ragnatela di fili elettrici, telefonici e di tubi di acqua e di gas o sono "arredati" da tubi di scarico di acque nere, da canne fumarie, da caldaie, da condizionatori d'aria e contatori; sui balconi convivono antenne tradizionali e paraboliche.



Veduta di una "vanella" del quartiere Monte oggi.



Veduta di una "vanella" del quartiere Monte oggi

Infine anche le strade, originariamente costituite da gradinate e scale, laddove possibile sono state trasformate in strade carrabili con arditi livellamenti. Questi, in qualche caso, hanno alterato il rapporto diretto su strada dei vani terrani che, in alcuni casi, risultano sottomessi rispetto al livello stradale ed in altri raggiungibili da gradini esterni.

In definitiva le condizioni abitative ed ambientali del quartiere Monte non appaiono più soddisfacenti rispetto agli standard di vita contemporanei: gli alloggi generalmente sono angusti e scomodi (ad esempio le case-torre), scarsamente illuminati e ventilati. Se a questo si aggiunge l'assenza di negozi di prima necessità, la posizione periferica rispetto alle nuove centralità urbane, la difficoltà di circolazione delle auto e l'assenza di parcheggi si comprende il motivo per cui il quartiere registri un tasso elevato di abbandono.

### 3.1.1. Le caratteristiche climatiche ed ambientali

La città di Piazza Armerina sorge su un'altura dei monti Erei meridionali, nella Sicilia centrale, a quasi 700 m d'altitudine e a poca distanza da Enna. La circondano, a nord come a sud, estesi e fitti boschi con predominanza di eucaliptus. Il suo territorio comunale rientra tra i primi 100 comuni italiani per superficie con un'estensione di 302 kmq, che ne fanno il settimo centro della regione. Il suo punto più alto è di 877 m sul livello del mare, mentre quello più basso si colloca a quota 225 m, determinando una notevole escursione altimetrica che si registra tra il centro urbano e le località sottostanti.

La città è circondata dalla fitta foresta del parco della Ronza, da altri siti dalla prospera natura, quali ad esempio il lago d'Olivo, bacino artificiale creato a scopi irrigui, o dal sito archeologico di Montagna di



Planimetria di Piazza Armerina \_scala 1:10.000



Vista del quartiere Monte dalla vallate in cui emerge il rapporto con il contesto ambientale



Marzo, avvolto anch'esso nel verde. L'altitudine di bassa montagna e le coordinate geografiche (37°23'13"20 N di latitudine) concorrono a fare di Piazza una località a clima mediterraneo, non foss'altro che per la collocazione interna e la capillarità del refrigerante manto forestale, fattori che concorrono a determinare un tipico clima della Sicilia centrale, caratteristico di quasi tutta la provincia ennese. Quest'ultimo si distingue dal clima mediterraneo per gli influssi continentali dovuti alla lontananza dal mare, e al contempo dall'altitudine non di pianura, certamente mitigati, tuttavia, dalla bassa latitudine.

Studi effettuati dall'Assessorato agricoltura e foreste della Regione Siciliana sulla climatologia dell'intero territorio regionale, evidenziano che nella città di Piazza Armerina le temperature medie nel corso dell'anno non subiscono grandi sbalzi poiché esse oscillano da circa 4 C°, nel mese di gennaio, a circa 18 C° nei mesi più caldi di luglio e agosto. In virtù di ciò, Piazza Armerina è inclusa nella fascia climatica D<sup>16</sup>, immediatamente precedente a quella in cui è inserita il capoluogo di provincia Enna.

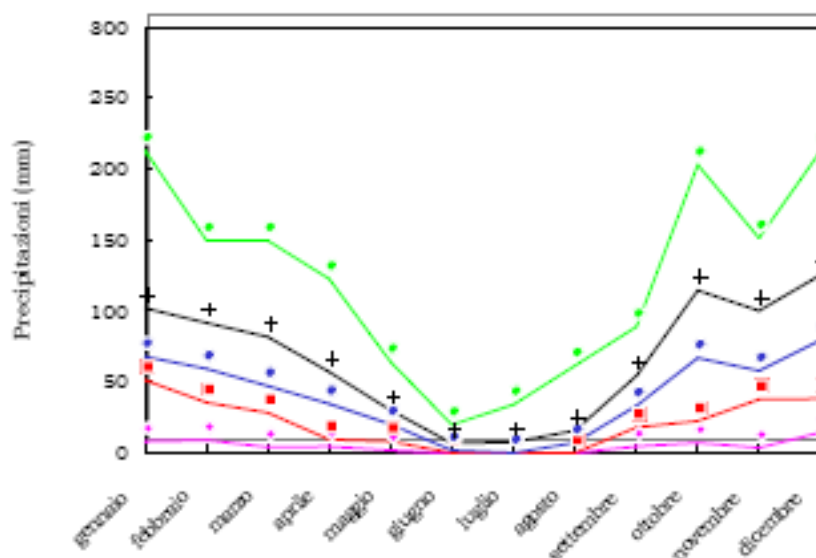
	<i>T max</i>	<i>T med</i>	<i>T min</i>
<b>gennaio</b>	<b>11,5</b>	<b>4,2</b>	<b>7,8</b>
<b>febbraio</b>	<b>12,3</b>	<b>4,5</b>	<b>8,4</b>
<b>marzo</b>	<b>14,5</b>	<b>6,0</b>	<b>10,3</b>
<b>aprile</b>	<b>17,8</b>	<b>7,7</b>	<b>12,7</b>
<b>maggio</b>	<b>22,9</b>	<b>11,2</b>	<b>17,0</b>
<b>giugno</b>	<b>27,8</b>	<b>14,7</b>	<b>21,2</b>
<b>luglio</b>	<b>31,3</b>	<b>17,2</b>	<b>24,3</b>
<b>agosto</b>	<b>31,1</b>	<b>17,5</b>	<b>24,3</b>
<b>settembre</b>	<b>27,2</b>	<b>15,3</b>	<b>21,2</b>
<b>ottobre</b>	<b>21,8</b>	<b>12,1</b>	<b>17,0</b>
<b>novembre</b>	<b>16,5</b>	<b>8,6</b>	<b>12,5</b>
<b>dicembre</b>	<b>12,6</b>	<b>5,9</b>	<b>9,3</b>

Tabella delle temperature annue, espresse in C°, nel comune di Piazza Armerina (Fonte: REGIONE SICILIANA. *Climatologia della Sicilia*, 1998)

<sup>16</sup> La classificazione climatica dei comuni italiani è stata introdotta dal D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993 in considerazione delle differenze climatiche della penisola. Quest'ultima è stata suddivisa in 6 zone climatiche (da A a F) definite in base ai gradi-giorno.

	<i>min</i>	<i>max</i>
<b>gennaio</b>	<b>4 mm</b>	<b>384 mm</b>
<b>febbraio</b>	<b>4 mm</b>	<b>154 mm</b>
<b>marzo</b>	<b>4 mm</b>	<b>189 mm</b>
<b>aprile</b>	<b>0 mm</b>	<b>183 mm</b>
<b>maggio</b>	<b>1 mm</b>	<b>234 mm</b>
<b>giugno</b>	<b>0 mm</b>	<b>75 mm</b>
<b>luglio</b>	<b>0 mm</b>	<b>35 mm</b>
<b>agosto</b>	<b>0 mm</b>	<b>116 mm</b>
<b>settembre</b>	<b>0 mm</b>	<b>93 mm</b>
<b>ottobre</b>	<b>2 mm</b>	<b>296 mm</b>
<b>novembre</b>	<b>2 mm</b>	<b>161 mm</b>
<b>dicembre</b>	<b>14 mm</b>	<b>228 mm</b>

Tabella riassuntiva delle precipitazioni annue nel comune di Piazza Armerina  
(Fonte: REGIONE SICILIANA. *Climatologia della Sicilia*, 1998)



Andamento delle precipitazioni annue nel comune di Piazza Armerina  
(Fonte: REGIONE SICILIANA. *Climatologia della Sicilia*, 1998)

La stessa indagine si è anche occupata di registrare la percentuale di precipitazioni annue in tutta la Sicilia nel corso dell'ultimo trentennio. Da questo studio è possibile concludere che i fenomeni di piovosità più intensi presenti nel comune di Piazza Armerina non hanno superato i 300 mm e sono ben al di sotto della media regionale di circa 600

mm. Non si hanno dati certi circa le precipitazioni nevose della zona, ma si può calcolare una media annua di 8 giorni di neve con uno spessore del manto nevoso di circa 5 cm. Questi dati confermano l'irregolarità del regime pluviometrico delle zone interne della Sicilia, caratterizzato da precipitazioni inferiori alle medie regionali ed eventi eccezionali molto frequenti e con valori spesso elevati.

Per la sua posizione geografica la città e gran parte del suo territorio, difesi dai venti settentrionali e orientali dai monti Erei, sono esposti prevalentemente ai venti di ovest-sud-ovest, mentre il resto è soggetto anche ai venti est-sud-est. Spesso questi venti raggiungono una elevata velocità soprattutto nei mesi primaverili. Tenuto conto di questi dati quindi, il clima di Piazza Armerina può essere definito temperato-caldo a debole umidità.

Per il comune di Piazza Armerina i valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare<sup>17</sup> sul piano orizzontale stimati sono riassunti nella tabella sottostante.

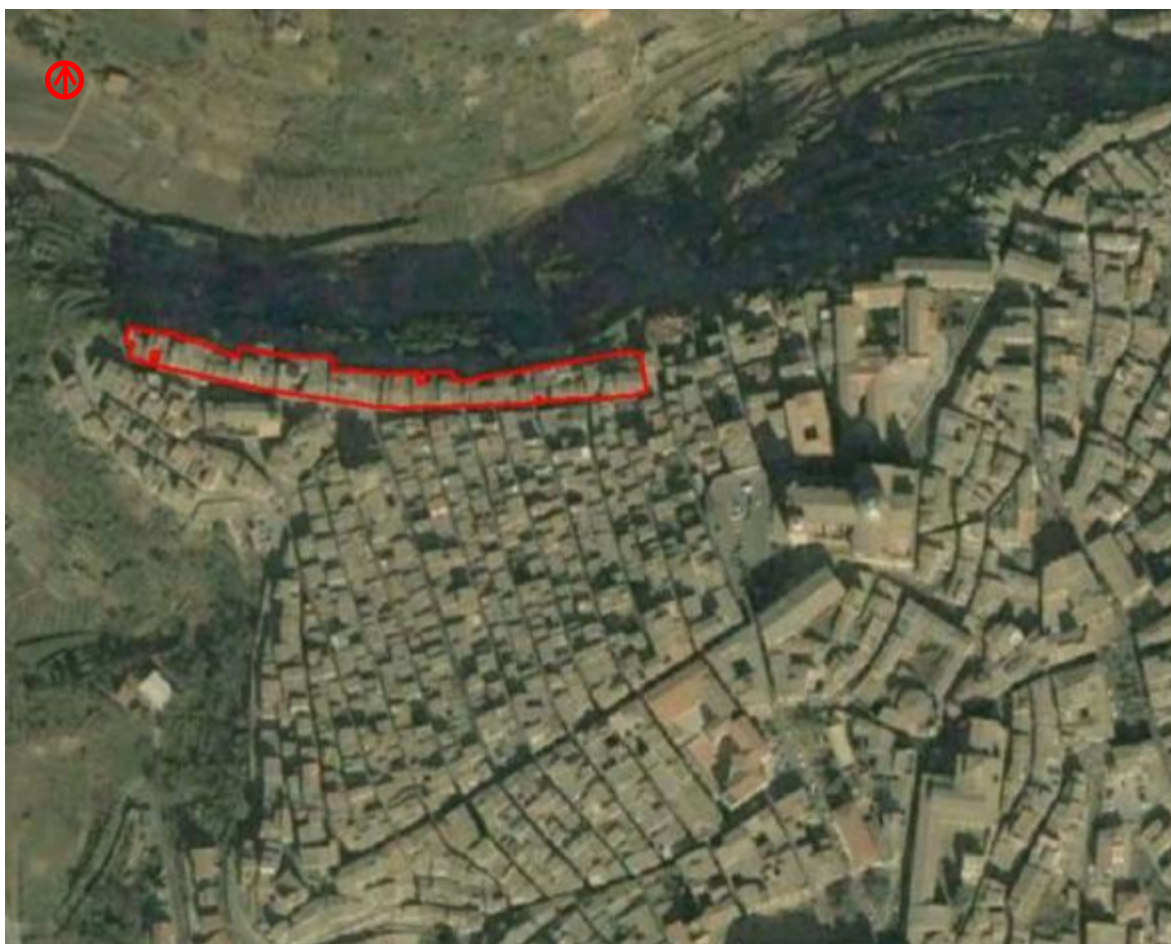


Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²] - Fonte dei dati: UNI 10349

La presenza dei dati climatici riferiti all'intero territorio comunale può essere considerata un punto di partenza per l'indagine rivolta all'isolato scelto, sebbene a causa della sua posizione all'interno dell'area urbana, della sua estensione e della sua forma, le condizioni climatiche delle unità abitative appartenenti alla stecca possono essere ben più estreme di quelle degli isolati più interni al nucleo abitativo. L'intero quartiere Monte, a causa della sua configurazione planimetrica costituita da lunghe stecche suddivise da stradine di

<sup>17</sup> Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]

3-4 metri di larghezza, presenta situazioni climatiche, soprattutto riferite alla ventilazione e al soleggiamento, molto diverse dal resto della città. L'altezza dei prospetti aggettanti sulle cosiddette "vanelle" (che raggiunge a volte anche 10-12 m) e la esigua sezione delle stesse, fa sì che i piani terra e, in alcuni casi, anche i primi piani delle residenze siano completamente in ombra con conseguenti problematiche di umidità per le murature. Inoltre, la disposizione planimetrica degli isolati del quartiere risulta essere molto spesso parallela alla direzione del vento, provocandone un aumento della velocità incrementato ulteriormente dalla stretta sezione stradale.



Ortofoto del quartiere Monte con in evidenza l'isolato oggetto dello studio rispetto al suo contesto ambientale

Considerazioni legate alle trasformazioni tipologiche delle unità edilizie sono state già effettuati nel corso del paragrafo precedente, soprattutto in relazione alla presenza di vani semi-interrati e senza ricambio d'aria. Questi, adibiti nella loro destinazione primitiva per lo più a stalle o depositi, sono quelli meno confortevoli e affetti da evidenti fenomeni di umidità. Pur avendo nella gran parte dei casi mantenuto la destinazione d'uso legata a magazzini o garage, alcuni dei piani terra risultano abitati. L'esposizione a nord del prospetto sulla costa S. Francesco ha contribuito a rendere gli ambienti terrani su tale fronte,



Veduta di alcune unità edilizie sulla costa S. Francesco adibite a depositi di legname

poiché freddi e ombrosi, quasi completamente disabitati o utilizzati come deposito di legname per i riscaldamenti o di materiale vario. La presenza di numerose canne fumarie sui prospetti (soprattutto sul fronte secondario sulla costa S. Francesco) dimostra come le maggiori problematiche relative al clima siano legate ai mesi freddi più che al periodo estivo. Questa considerazione trova ulteriore conferma nella scarsa presenza di unità esterne di climatizzazione (sempre sui prospetti a causa della mancanza di regolamentazione del sistema impianti).

### 3.1.2. La conoscenza dell'isolato attraverso il rilievo

Il progetto della conoscenza<sup>18</sup> del quartiere Monte ed in particolare dell'isolato scelto come caso studio è partito dalla disamina della cartografia disponibile per la lettura del centro storico di Piazza Armerina. Partendo dalla planimetria generale della città in scala 1:10.000 che individua gli isolati dell'intero territorio comunale, si è poi via via scesi di scala fino ad arrivare al rilievo fotogrammetrico in scala 1:2000 e in particolare alla cartografia relativa al Piano di recupero per il centro storico in scala 1:500. Di grande apporto alla comprensione dei caratteri altimetrici, materici e vegetativi del quartiere Monte, si sono rivelate le numerose viste dal satellite consultabili dal web.

Per le fasi di rilievo dell'isolato, si è partiti dal piano di recupero per il centro storico di Piazza Armerina redatto dal prof. Giuseppe Dato negli anni 1998-2002. Da un primo esame e confronto con lo stato di fatto attuale delle unità che compongono l'isolato è risultata subito evidente, ad una lettura ravvicinata, la necessità di adeguamento delle planimetrie e soprattutto dei prospetti rilevati in fase di redazione del piano. Seppure sia trascorso poco più di un decennio, il raffronto fotografico mostra come molte unità edilizie, soprattutto sui prospetti sulla costa S. Francesco, abbiano subito rilevanti modifiche visibili già solo dall'esterno: sopraelevazioni, tamponatura di aperture, creazione di nuove aperture, rifacimento delle finiture sui prospetti, inserimento di impianti (canne fumarie, parabole satellitari, caldaie etc..), rifacimento delle coperture, creazione di terrazze con coperture precarie etc... Quello che sembra ulteriormente incrementato, inoltre, è lo stato di incuria della gran parte delle unità abitative. Molte di queste infatti sono state abbandonate dai residenti che si sono spostati verso le zone più nuove della città, lasciando il quartiere ad una popolazione per la maggior parte anziana che ha sempre vissuto nel centro storico. La presenza di edifici disabitati da molti anni si è rivelata d'ostacolo per le operazioni di rilievo tecnologico che prevedevano l'accesso ad alcune unità abitative.

Sull'intero isolato, suddiviso già dal piano di recupero in unità edilizie numerate, è stata avviata, quindi, una operazione di revisione e aggiornamento soprattutto in merito alla divisione delle unità, precedentemente suddivise secondo le particelle di proprietà non sempre coincidenti con le unità architettoniche. L'analisi scrupolosa delle planimetrie di ognuna delle settanta unità edilizie e l'accesso in alcune di esse ha mostrato non poche

<sup>18</sup> Si parla di conoscenza non come conoscenza fine a se stessa, ma indirizzata all'intervento come sintetizzato da S. Boscarino: "[...] la conoscenza per la conservazione delle strutture architettoniche degli edifici o ambienti storico-artistici-culturali tramite il restauro e i suoi molteplici interventi, finalizzati alla loro conservazione". In S. BOSCARINO, *Sul restauro architettonico. Saggi e note*, Milano, 1999, p. 37.



incongruenze con lo stato attuale. Per le suddette ragioni la fase preliminare di conoscenza dell'isolato nel complesso dei manufatti che lo compongono è stata rilevante per la restituzione dello stato di fatto dell'intero isolato.

Nel rilievo geometrico dei prospetti è stato riportato il codice di numerazione delle planimetrie per un totale di settanta unità che compongono l'isolato lungo circa trecento



Planimetria del quartiere Monte con individuazione dell'isolato scelto come caso studio.

metri.

In seguito all'aggiornamento del rilievo di base in scala 1:200 redatto per il piano di recupero, si è proceduto alla schedatura delle settanta unità abitative. Ogni scheda riassume le caratteristiche architettoniche di ciascuna unità edilizia attraverso la relativa posizione planimetrica rispetto all'intero isolato, le piante dei vari livelli, i prospetti, le viste fotografiche e una breve descrizione. L'operazione di schedatura ha permesso di individuare i caratteri comuni alle varie unità, per poi ricondurre l'approfondimento alla scala tecnologica solo ai casi esemplificativi che ne sintetizzano le caratteristiche.

La metodologia adottata per la redazione delle schede fa tesoro delle esperienze effettuate, seppur con finalità diverse, nell'esperienza del caso Ortigia dal gruppo scientifico del prof. Giuffrè<sup>19</sup>. Le unità edilizie del quartiere della Graziella ad Ortigia, analizzate dal suddetto studioso, presentano molte caratteristiche comuni a quelle del quartiere Monte di Piazza Armerina sia nelle fasi di accrescimento (dalla casa terrana alla casa "solarata" e poi alla casa "a torre") che nell'impianto planimetrico. Le varie fasi di rifusione edilizia e di sopraelevazione a causa dell'aumento demografico della

<sup>19</sup> A. GIUFFRÈ (a cura di), Sicurezza e conservazione dei centri storici. Il caso Ortigia, Roma, 1993.

popolazione hanno portato alla caratterizzazione di diverse tipologie edilizie che è possibile riassumere in un abaco del processo tipologico che presenta molte somiglianze con quello definito nel caso del quartiere siracusano, seppur nel "nostro" le manomissioni operate su alcune unità edilizie, nel corso degli ultimi decenni, e le relative sostituzioni di elementi tecnologici sono presenti in maggior quantità. Lo studio delle origini e delle evoluzioni tipologiche dei centri storici su cui si basano gli approfondimenti sia su Ortigia e di seguito su Piazza Armerina sono riferiti agli esempi analizzati da Gianfranco Caniggia<sup>20</sup> in merito alla lettura dell'edilizia diffusa.

Il sistema residenziale di base presenta i caratteri di un'edilizia elencale, tipica di un'aggregazione spontanea non pianificata bensì stratificata secondo un processo continuo di sostituzioni e rinnovamenti. Seppure sia stato già sottolineato,<sup>21</sup> anche per il centro storico piazzese si tratta di prodotti dell'operosità umana che non presentano volontà d'arte se non *"l'arte di vivere, l'arte di fabbricare [...] ne consegue che i loro esiti non reclamano di essere considerate opere d'arte, postulano, a volte, di essere tutelate per la loro importanza testimoniale e, ancor più per il loro appartenere ad una struttura."*<sup>22</sup>

L'indagine schedografica, effettuata sulle settanta unità architettoniche dell'isolato analizzato, ha consentito di appurare come gran parte di queste, pur avendo mantenuto l'impronta planimetrica originaria, abbiano poi, negli alzati, subito degli interventi da parte dei proprietari che ne hanno fortemente modificato e compromesso il valore storico-testimoniale di cui erano portatrici avendo superato il *"limite fisiologico di modificazione"*<sup>23</sup>. Pochi rimangono i manufatti che, forse proprio grazie allo stato di abbandono da parte dei residenti, conservano ancora i caratteri di quell'architettura storica detentrici dei valori di cultura materiale ormai di estrema rarità nei centri storici contemporanei. In questi casi risulta difficile riconoscere il sistema di valori storico-testimoniali quando gran parte della materia è stata sottratta. Se *"l'operazione di attribuzione del valore in sede metodologica è diretta all'individuazione di tutte le"*

<sup>20</sup> Si vedano tra le opere sull'analisi tipologica: G. CANIGGIA, G. L. MAFFEI, *La lettura dell'edilizia di base*, Venezia, 1979; G. CANIGGIA, *Analisi tipologica; la corte matrice dell'insediamento*, in A. GIUFFRÉ, *Recupero e riqualificazione urbana nel programma straordinario per Napoli*, Milano 1984.

<sup>21</sup> M. GIAMBRUNO (a cura di), *Per una storia del restauro urbano. Piani, strumenti e progetti per i centri storici*, Novara 2007.

<sup>22</sup> R. DALLA NEGRA, *Questioni di metodo nello studio degli aggregati urbani. Riflessi per la disciplina del restauro*, in VARAGNOLI C., (a cura di), *Muri parlanti. Prospettive per l'analisi e la conservazione dell'edilizia storica*, Atti del Convegno (Pescara 26-27 Settembre 2008), Firenze 2010, p. 195.

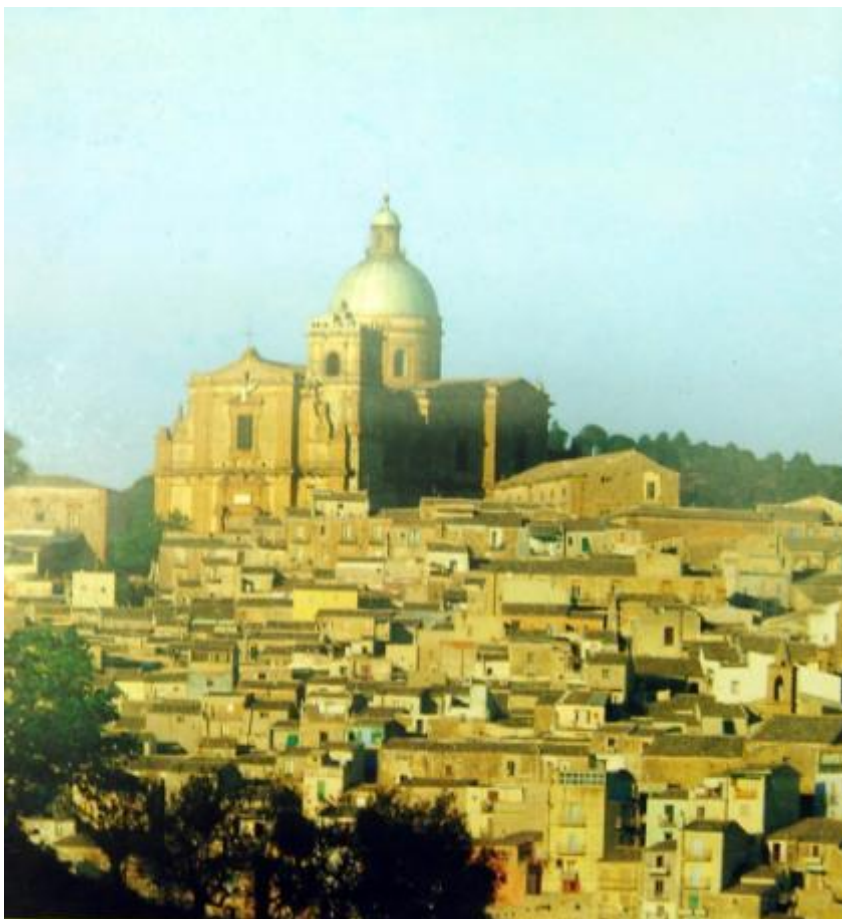
*componenti materiali ed immateriali del valore sociale del bene ambientale urbano, mentre in sede operativa intende fornire i parametri di giudizio delle strategie di conservazione e trasmissione dei valori alle generazioni future*"<sup>24</sup> è nella fase dell'intervento, preceduto dalla fase della conoscenza del manufatto, che si colloca la scelta delle strategie da attuare per la trasmissione alle generazioni future di quei valori rimasti mettendo in conto, qualora lo si ritenesse opportuno perché superato il limite di cui sopra, la legittima rimozione delle aggiunte ritenute incongruenti e la correzione degli impalcati architettonici.

---

<sup>24</sup> S. BOSCARINO, *Petralia Soprana. Ipotesi di restauro urbano e studi di analisi multicriteriale*, Palermo 1994, p. 56.

### 3.1.3. Il sistema costruttivo, i materiali e le tecniche tradizionali.

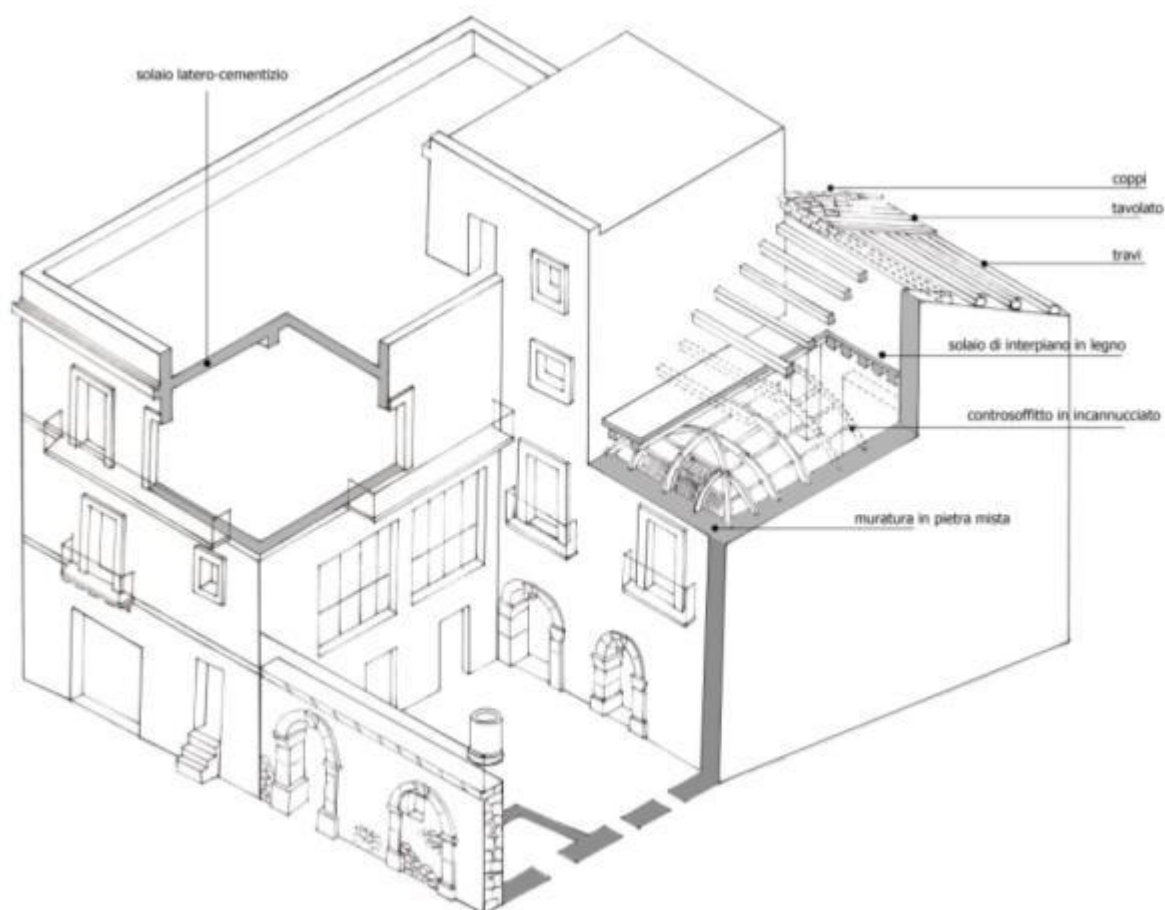
*“La tradizione a cui si fa riferimento indica, molto semplicemente, il complesso di conoscenze e tecniche diffuse nell’edilizia prima della sua industrializzazione: non ci si vuole quindi contrapporre, come divenuto frequente nella fase post-moderna che stiamo attraversando, ad una innovazione vista come portatrice di tutti i mali, spesso presunti, della*



Il centro storico dominato dalla Chiesa Madre

*vita contemporanea. Altrettanto empiricamente, il termine costruzione vuole riferirsi all’architettura nella sua concreta realizzazione, così come è attestata dalle principali fonti materiali che sono gli edifici stessi”*<sup>25</sup>. Lo studio delle tecniche costruttive tradizionali del centro storico di Piazza Armerina si sviluppa prendendo atto delle esperienze pregresse in ambito siciliano e nel tentativo di circoscrivere un’area omogenea della Sicilia centrale e sopperire alla mancanza di studi specifici riguardanti la provincia di Enna. Partendo da questa constatazione, la fase di approfondimento sulle tecniche costruttive tradizionali è stata affrontata attraverso l’indagine diretta dei paramenti murari maggiormente diffusi nel centro storico di Piazza Armerina, delle tipologie di orizzontamenti, coperture e serramenti presenti nell’edificio scelto come caso studio. Questo al fine di delineare un repertorio di soluzioni tecniche, ma anche formali,

<sup>25</sup> C. VARAGNOLI, *La costruzione tradizionale in Abruzzo. Fonti materiali e tecniche costruttive dalla fine del Medioevo all’Ottocento*, Roma, 2008, p. 7.



Spaccato assonometrico dell'edificio campione con evidenziazione delle tecniche costruttive presenti.

che possa ancor più favorire la tutela e la valorizzazione dell'edilizia storica del centro storico piazzese, valorizzarne potenzialità climatiche intrinseche. Come scritto da Carbonara: *"la lettura diretta degli elevati murari delle architetture costituisce quasi sempre l'unico supporto filologico alla conoscenza delle fabbriche medievali, poco o niente affatto documentate"*<sup>26</sup>.

L'indagine ha inteso osservare sistematicamente gli aspetti salienti dell'architettura di base, intesa come insieme di elementi portati dalla tradizione costruttiva in grado di connotare un contesto regionale, al fine di regolare la valorizzazione e la riutilizzazione in una direzione di sostenibilità. A seguito di un'ampia ricerca bibliografica relativa alle tecniche costruttive siciliane, ci si è avvalsi di testi, trattati e manuali<sup>27</sup> e si è proceduto alla realizzazione di una serie di schede illustrative

<sup>26</sup> G. CARBONARA, *Presentazione*, in D. FIORANI, D. ESPOSITO (a cura di), *Tecniche costruttive dell'edilizia storica. Conoscere per conservare. Città di Castello*, Roma, 2005, p. 8.

<sup>27</sup> Di riferimento metodologico i testi A. GIUFFRÉ A. (a cura di), *op.cit*, 1993 per la similitudine delle tipologie di coperture e solai intermedi; F. GIOVANETTI (a cura di), *Manuale del recupero del centro storico*

sulle tecniche costruttive presenti nell'area della Sicilia centro-orientale ed in particolare sulle apparecchiature murarie del centro storico di Piazza Armerina. Per l'approfondimento sulle tipologie di apparecchiature murarie presenti nel centro storico si è fatto riferimento alle analisi effettuate da S. Colletta nello studio della Chiesa di S. Anna a Piazza Armerina<sup>28</sup>. *"Gli studi e le conoscenze sono stati, nell'ultimo secolo, prevalentemente rivolti all'apprezzamento di elementi marginali rispetto all'architettura intesa in senso strutturale e costruttivo, e cioè gli stili architettonici, l'individuazione del messaggio figurato, la sensibilità ai rapporti di pieno e vuoto o di chiaro e scuro, e a quant'altro consentisse la percezione dell'immagine esterna delle fabbriche, del loro apparato decorativo ecc. In pratica ha prevalso l'immagine della superficie esterna sulla sostanza interna della fabbrica e i procedimenti di accertamento legati al restauro hanno spesso mantenuto questo obiettivo concentrandosi sull'esame visivo dell'aspetto esterno, dell'involucro, e trascurando tutto ciò che è costruito immediatamente al di sotto di quella pelle."*<sup>29</sup>

## MURATURE IN PIETRA A VISTA

La presenza di edifici con paramenti murari a vista è molto diffusa all'interno dell'abitato di Piazza Armerina e ne rappresenta un elemento di particolare caratterizzazione. La presenza di tessitura muraria a faccia vista non sempre può essere considerata intenzionale, ma è comunque da ritenersi il risultato di processi costruttivi prolungati nel tempo che hanno finito per contrassegnare l'equilibrio attuale. Dal punto di vista della configurazione del paramento esterno, le tessiture murarie riscontrabili a Piazza sono classificabili in funzione degli elementi lapidei utilizzati e della loro disposizione, nonché in funzione del tipo di definizione dei giunti di malta.

Lo studio delle tipologie murarie del centro storico ha messo in evidenza principalmente due tipologie murarie: la prima, indicata come "tipo A", definibile come muratura di "rappresentanza" in quanto presente in palazzi nobiliari, chiese e monasteri; la seconda, il "tipo B", si riscontra sia in edifici di pregio, collocata sui prospetti laterali o nelle parti meno in vista, sia negli edifici che compongono il tessuto urbano storico soprattutto del quartiere Monte.

---

di Palermo, Palermo, 1997 per i controsoffitti e le coperture; C. VARAGNOLI, *op.cit.*, 2008 e D. FIORANI, *Tecniche costruttive murarie medievali. Il Lazio meridionale*, Roma, 1996 per le tipologie murarie.

<sup>28</sup> Per approfondimenti si veda tesi di laurea di S. Colletta *"La chiesa di S. Anna a Piazza Armerina. Studi e ipotesi di progetto"*. Università di Catania, Facoltà di Architettura di Siracusa, Relatore: Prof. Maria Rosaria Vitale, Correlatore: Prof. Eugenio Magnano di San Lio.

<sup>29</sup> C. FEIFFER, *La conservazione delle superfici intonacate. Il metodo e le tecniche*, Milano, 2000, p. 48.



### **Muratura di tipo A**

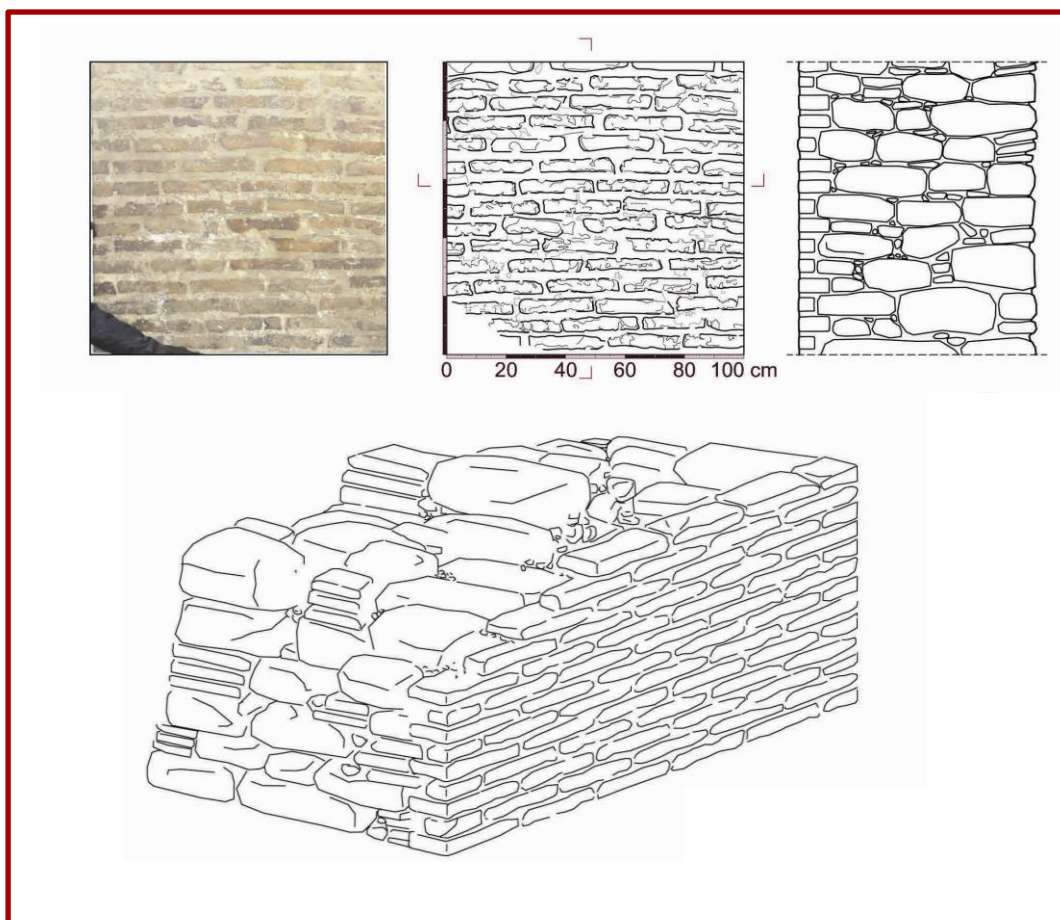
La muratura di tipo A si compone di due strati: il più interno è formato da bozze e scaglie di pietra e laterizi; lo strato esterno di finitura è una cortina di mattoni in laterizio; lo spessore della parete è variabile, a partire da un minimo di 60 cm fino a sezioni di larghezza superiore al metro. Il primo esempio di architettura con finitura in cortina di laterizi, presente nel centro storico di Piazza, è la Chiesa Madre realizzata su progetto di Orazio Torriani tra il 1627 e il 1628. Questa stessa tipologia si riscontra poi in edifici civili come il Palazzo Capodarso, il Palazzo Trigona, la Chiesa di San Ignazio di Loyola, la Chiesa di Santo Stefano, la Chiesa di San Rocco, delle Santissime Anime del Purgatorio, nonché sulla parte concava della facciata non ultimata della Chiesa di San Lorenzo (meglio nota come Chiesa dei Padri Teatini).

La cortina viene ammorsata alla muratura retrostante attraverso due diversi sistemi che definiscono la tipologia A.1 e quella A.2. Nel primo caso il collegamento avviene tramite la disposizione di testa di alcuni conci; nel secondo vengono utilizzati mattoni che hanno le stesse dimensioni di fascia ma diverse dimensioni di testa e che, disposti tutti di fascia, consentono che la cortina sia collegata alla muratura.

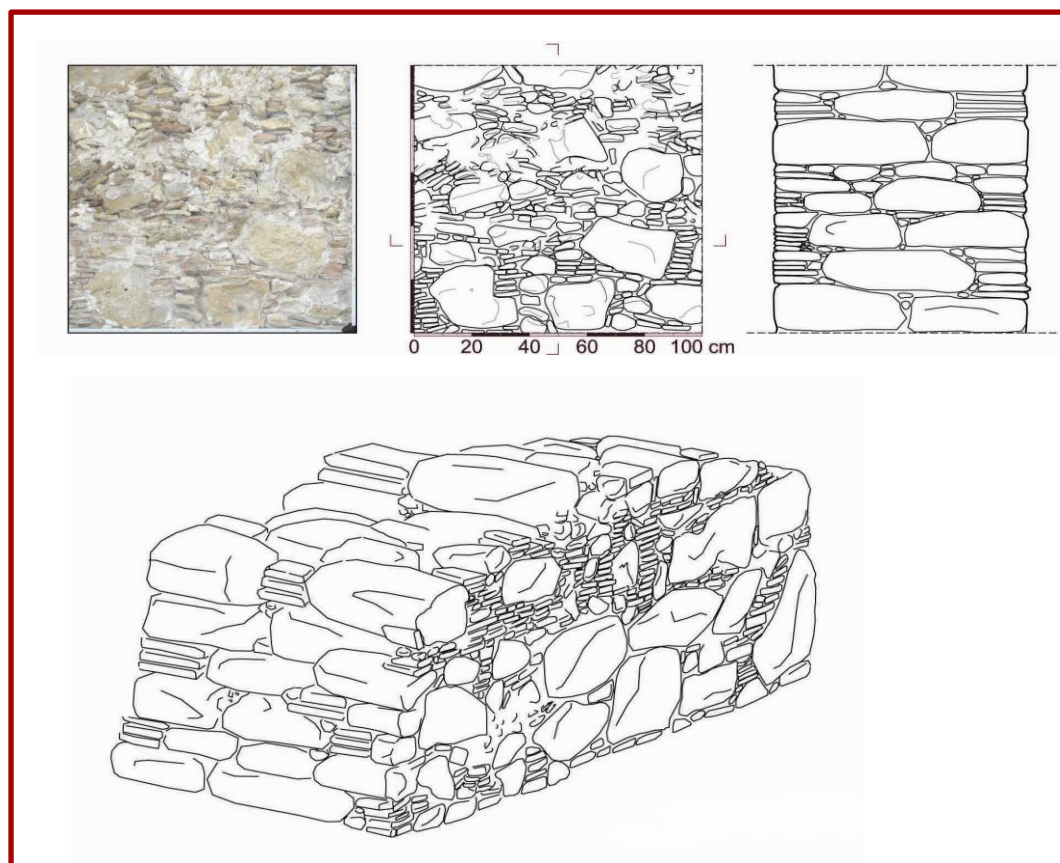
### **Muratura di tipo B**

La muratura di tipo B è composta da bozze di pietra di dimensioni variabili tra i 20 e i 40 cm, laterizi e scaglie di pietra con cui vengono realizzati i ripianamenti e con i quali vengono riempiti gli spazi tra le bozze. Tutti gli elementi sono legati con malta. Nelle murature rilevate nell'edificio oggetto dell'approfondimento, i ricorsi orizzontali sono a distanze variabili comprese tra i 40 e i 60cm. Lo spessore murario risulta variabile. Esso oscilla tra i 60 e gli 80 cm. Nel caso dell'edificio rilevato la muratura presenta uno spessore di circa 50-60 cm. Le altre "famiglie" di murature, appartenenti alla stessa tipologia, si differenziano per la dimensione delle bozze o delle scaglie, le diverse proporzioni tra la quantità dei laterizi rispetto alla pietra, per la frequenza dei ripianamenti, per lo spessore della malta e per la disposizione delle bozze all'interno dell'apparecchio murario.

## MURATURA TIPO A

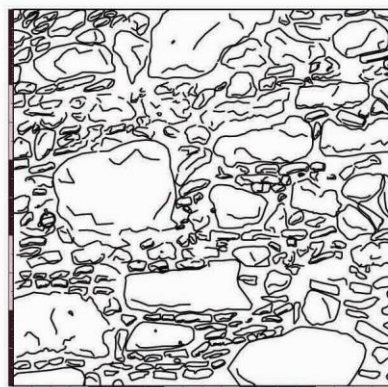


## MURATURA TIPO B





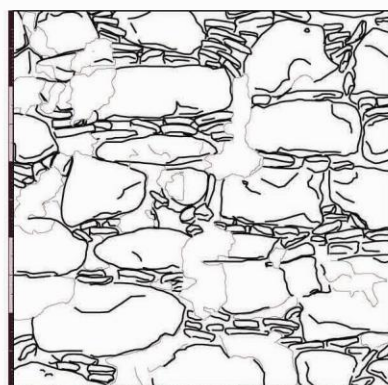
Della tipologia B sono state individuate otto diverse varianti di seguito catalogate:



0 20 40 60 80 100 cm



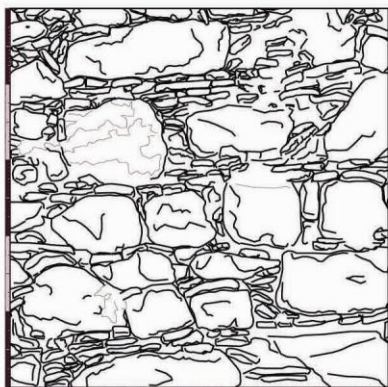
**MURATURA TIPO B1**



0 20 40 60 80 100 cm



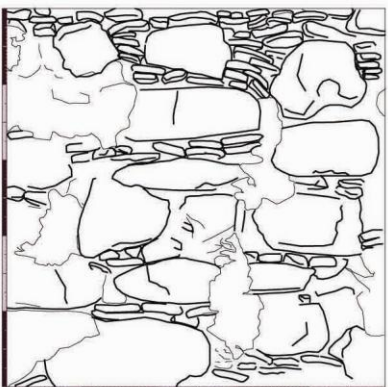
**MURATURA TIPO B2**



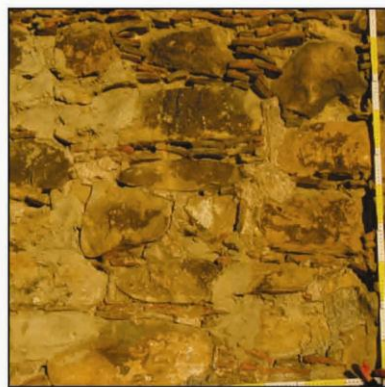
0 20 40 60 80 100 cm



**MURATURA TIPO B3**

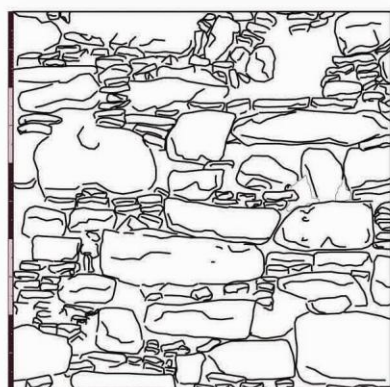


0 20 40 60 80 100 cm



**MURATURA TIPO B4**

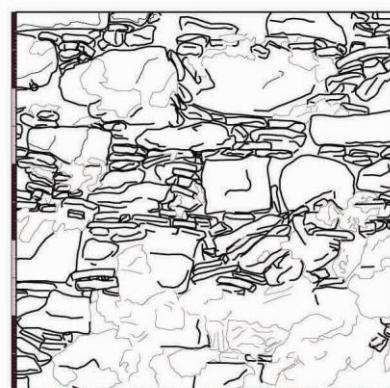




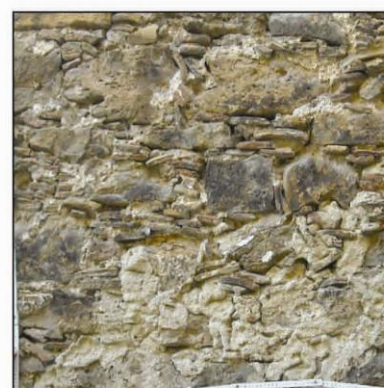
0 20 40 60 80 100 cm



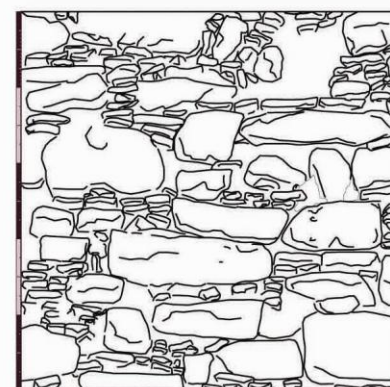
**MURATURA TIPO B5**



0 20 40 60 80 100 cm



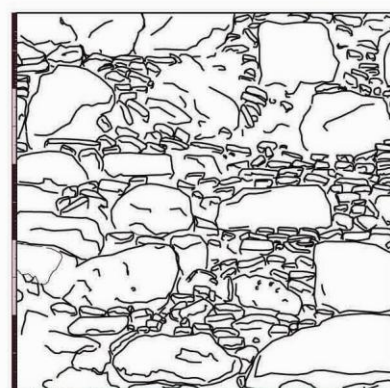
**MURATURA TIPO B6**



0 20 40 60 80 100 cm



**MURATURA TIPO B7**



0 20 40 60 80 100 cm



**MURATURA TIPO B8**

## COPERTURE

L'omogeneità delle soluzioni strutturali e geometriche delle coperture e la loro uniformità cromatica sono elementi fortemente identificativi del paesaggio urbano. Esse concorrono alla qualità dello spazio edificato, risultano estremamente rilevanti nella loro relazione con il contesto paesaggistico circostante e devono pertanto essere



Veduta di una parte del quartiere Monte in cui si denota l'uniformità cromatica e tipologica delle coperture a falda



Veduta di una parte del prospetto dell'isolato scelto sulla Costa S. Francesco con il resto del quartiere Monte.

salvaguardate. Il sistema delle coperture tradizionali di Piazza Armerina è quello a falde con manti di copertura in coppi e canali, comune tanto all'edilizia monumentale e di pregio, quanto a quella minore. Dall'esame condotto sul centro storico di Piazza ed in particolare sul quartiere Monte, è stato possibile riscontrare come tale sistema si sia sostanzialmente conservato, anche se episodicamente si segnalano casi di sostituzione edilizia con utilizzo di coperture piane, spesso ulteriormente dotate di sistemi di copertura provvisoria, con materiali di produzione industriale estranei al contesto storico (eternit, ondulati plastici o metallici, ecc.). Analoghi sistemi incongrui di copertura sono rintracciabili nel caso di volumi di servizio aggiunti o di tettoie a protezione di terrazze o di spazi di pertinenza di edifici.

Nel caso dell'isolato oggetto dell'approfondimento, quasi la totalità delle settanta unità edilizie presenta una copertura a doppia o singola falda. La tipologia di copertura piana a terrazza è presente solo nell'unità n. 22 (edificio scelto come caso studio) nella parte aggiunta nella seconda fase di costruzione dell'edificio intorno agli anni Sessanta del secolo scorso. Le operazioni di rilievo effettuate sull'edificio analizzato hanno messo in evidenza principalmente due tipologie di copertura a falda che si differenziano sostanzialmente per la disposizione del tavolato sotto il manto dei coppi.

#### **Copertura di tipo A**

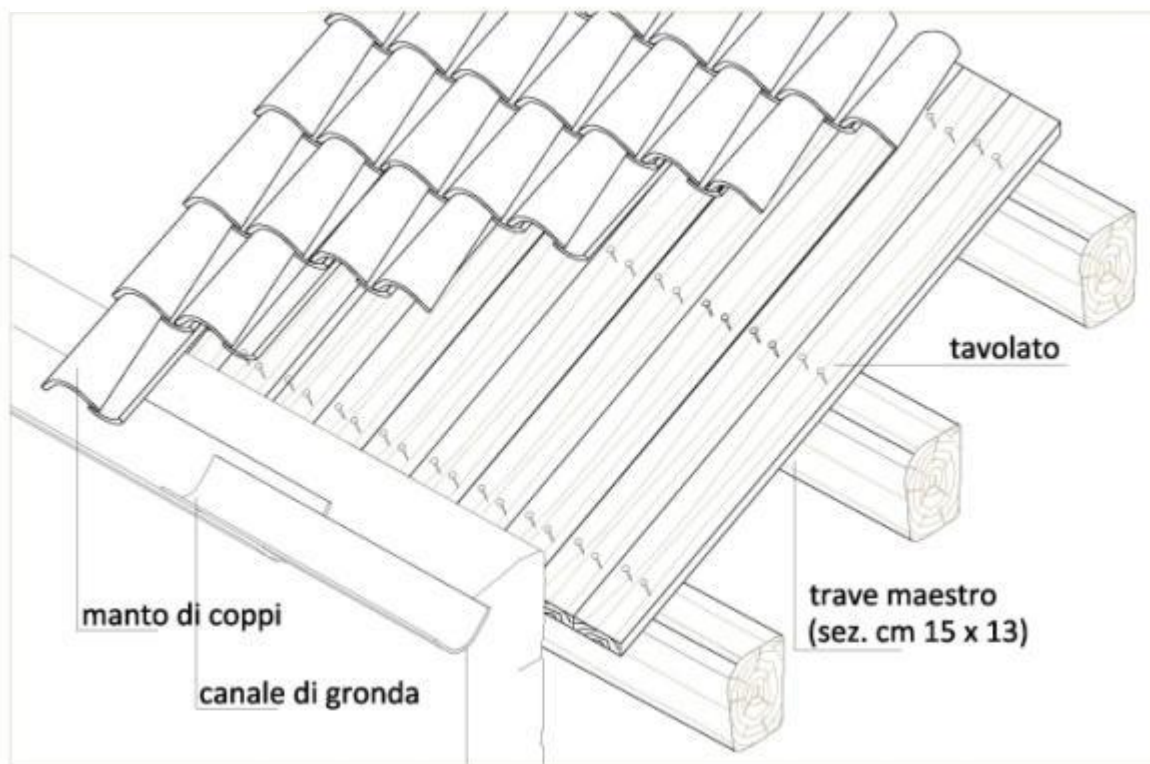
La tipologia di copertura A si presenta a falda ad uno spiovente con una struttura composta da una orditura semplice di travi dalla sezione di circa 15 x 13 cm a giacitura orizzontale parallelamente al lato corto della scatola muraria secondo la pendenza, posti ad interasse di circa 50-60 cm. Alcune di queste travi presentano una verniciatura biancastra di calce così come parte del tavolato che sembra essere quello più antico, mentre altre sono sostituite da travi nuove dalla sezione molto più regolare. Il tavolato di sottomanto è costituito da tavole di sezione 8 x 2 cm ed è disposto secondo la pendenza nella stessa direzione del manto di coppi. In alcuni casi risulta in parte sostituito.

#### **Copertura di tipo B**

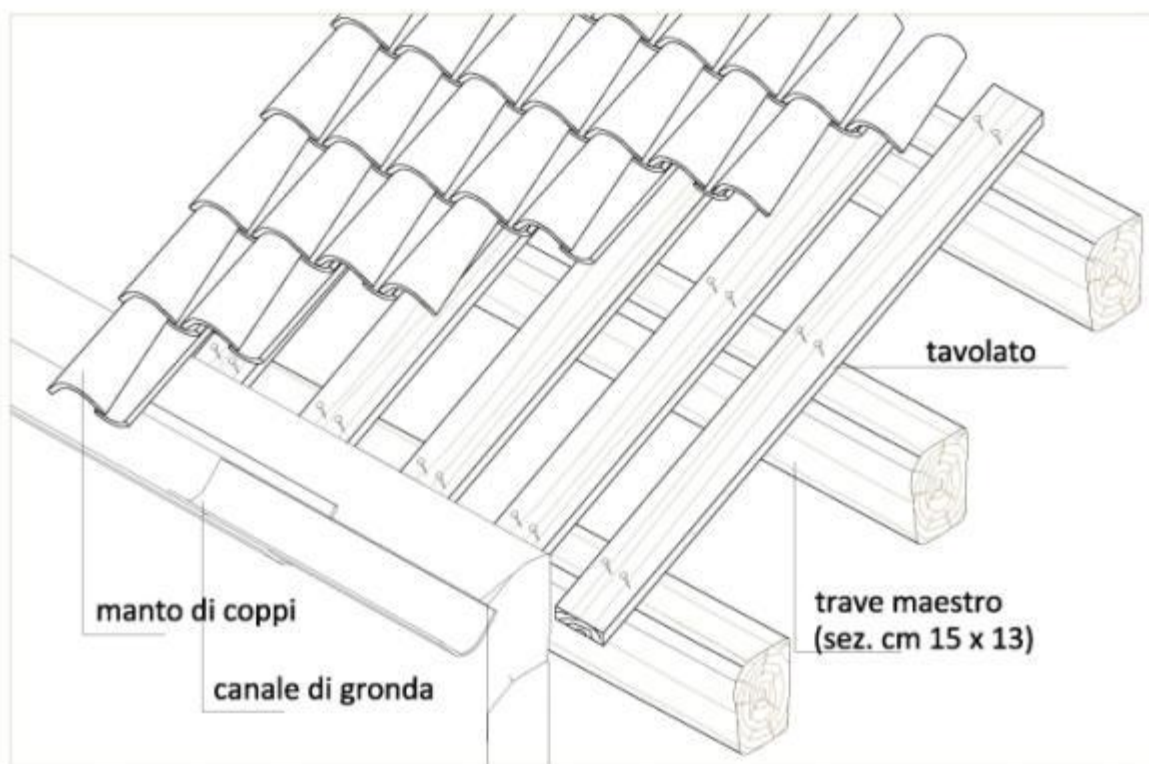
La tipologia di copertura B presenta le stesse caratteristiche ad eccezione dello strato di sottomanto costituito da tavolato, in parte di sostituzione, ma con tavole distanziate tra loro con interasse di circa 20-30 cm posti in corrispondenza dei sottocoppi sempre nella direzione di pendenza della falda. L'assenza di una superficie di appoggio continua per il manto di tegole e coppi evidenzia la povertà di soluzione tecnologica e rappresenta una condizione di instabilità per tutto il sistema di copertura oltre a provocare non pochi problemi di infiltrazioni di acqua e di piccioni.



## COPERTURA TIPO A



## COPERTURA TIPO B



### **COPERTURA TIPO A**



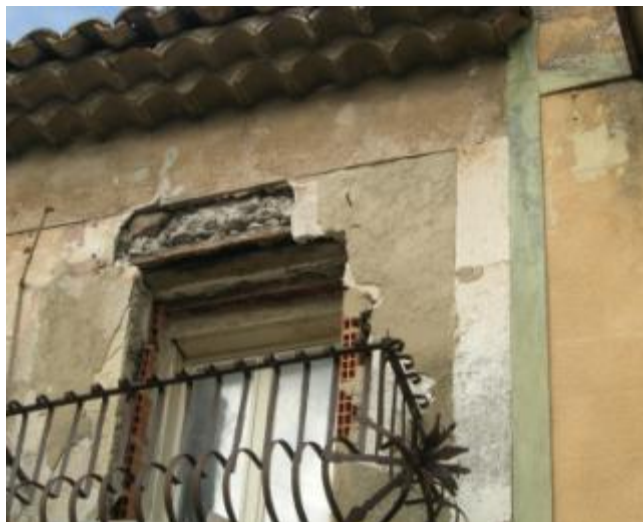
### **COPERTURA TIPO B**



E' rilevante sottolineare come il tipo B sia presente in ambienti coperti da volte di incannucciato che oggi risultano crollate lasciando in vista una copertura realizzata probabilmente per essere occultata dal controsoffitto.

## GRONDE E PLUVIALI:

Il sistema di smaltimento delle acque piovane nella maggior parte degli edifici è costituito da un canale di gronda formato da un filare di tegole sostenute da zanche metalliche che, negli interventi più datati, risulta sostituito da gronde in lamiera, e, negli interventi più recenti, da gronde in eternit, in lamiera zincata o in pvc. In pochissimi edifici, come ad esempio nel caso dell'unità n. 10 (nella foto) è presente una soluzione di sporto di gronda alla "cappuccinesca" costituita da due filari di coppi, progressivamente aggettanti dal filo della facciata a realizzare il sostegno per lo sporto della copertura. I pluviali e i discendenti, in pvc o lamiera, sono molto spesso collocati sui prospetti senza alcuna attenzione alla partitura architettonica e alla configurazione della facciata.



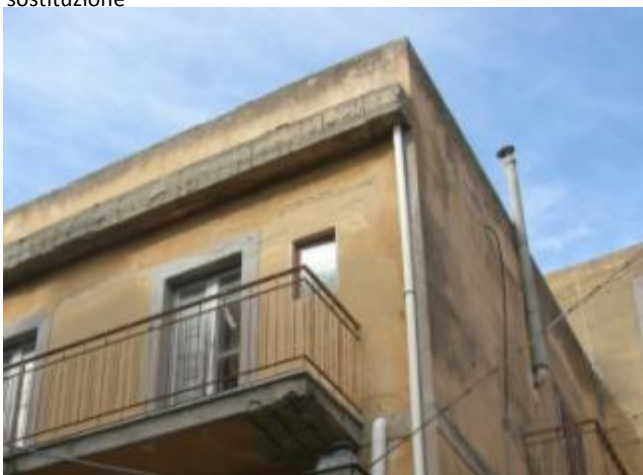
Sporto di gronda alla "cappuccinesca".



Gronda in lamiera ( a sinistra) e gronda in pvc (a destra) di sostituzione



Groviglio di pluviali sui prospetti



Gronda inserita all'interno della soletta aggettante della copertura piana



## ORIZZONTAMENTI

I solai presenti negli edifici del quartiere Monte, che non sono stati sostituiti da solai in cemento armato, presentano un sistema di orditura semplice. Nell'esempio rilevato sono costituiti da un sistema di travicelli a supporto del tavolato e dei successivi strati di pavimentazione.

Il solaio è organizzato secondo l'orditura principale di travi di legno dalla sezione di circa 12 x 15 cm (anche se in alcuni casi la sezione risulta quasi circolare ovvero si tratta di tronchi scorzati e appena lavorati nella regolarizzazione delle facce) disposte secondo il lato corto della cellula e quindi parallelo al prospetto sulla strada. Queste sono alloggiate all'interno della muratura. In alcuni ambienti, a supporto di questo sistema di travicelli, è stata inserita successivamente un'orditura secondaria di travetti in acciaio ammorsati attraverso delle zanche metalliche all'orditura principale. Alle travi di legno è sovrapposto un tavolato, quindi un massetto di malta di gesso poco coerente dello spessore di circa 3 cm ed infine lo



Tipologia di solaio d'interpiano con travi di sezione circolare



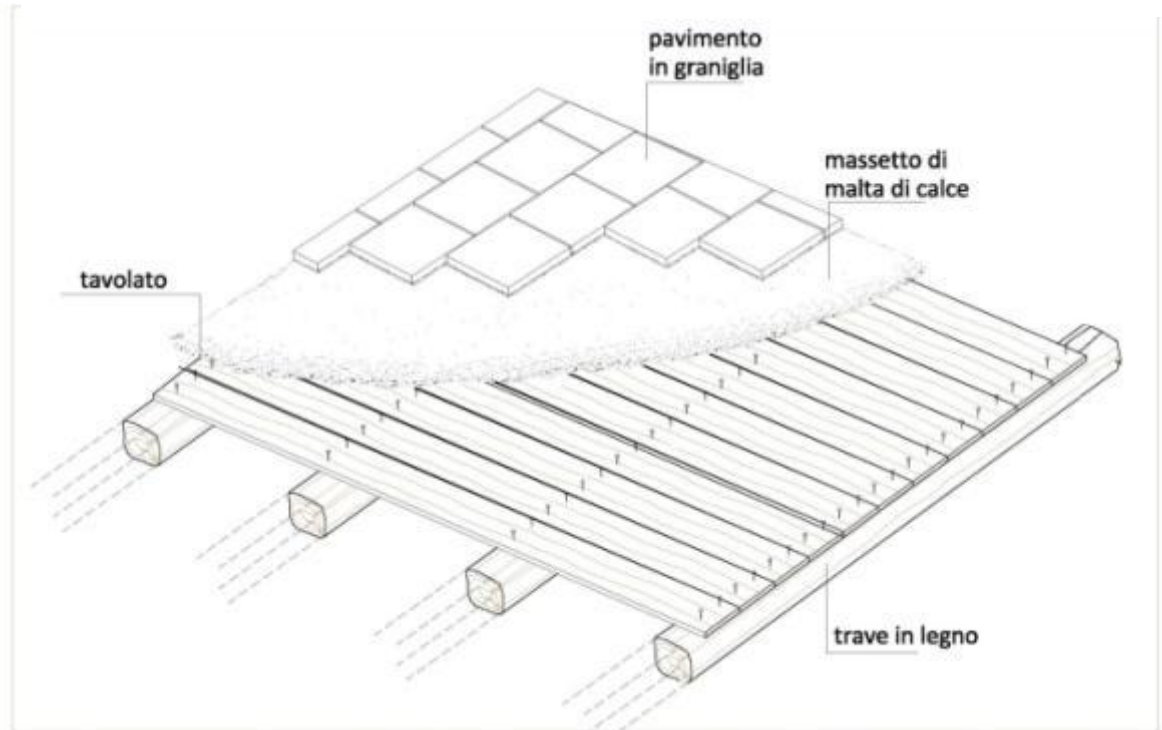
Travi e tavolato verniciate con latte di calce



Tipologia di solaio rinforzato con putrelle in ferro

strato di pavimentazione in graniglia. La presenza di alcuni solai di interpiano crollati, all'interno dell'edificio rilevato, ha permesso la descrizione della loro esatta stratigrafia evidenziando quindi le zone di labilità che ne hanno causato il crollo. Soprattutto nei locali posti al piano terra che avevano la funzione di stalla e, in molti casi ancora oggi, di magazzino, si riscontra la presenza di zanche metalliche o ganci utili probabilmente per la collocazione degli utensili.

### TIPOLOGIA DI SOLAIO DI INTERPIANO



Solaio crollato visto dall'alto



Solaio crollato visto dal basso



## CONTROSOFFITTI

La tipologia di controsoffitti presente nel centro storico di Piazza Armerina risponde ad una consuetudine molto diffusa sia negli edifici di prestigio che nell'edilizia corrente del territorio siciliano. Essa è rappresentata da controsoffitti con geometria a volta, generalmente a schifo, realizzati con l'uso di centine lignee tagliate e inchiodate l'una all'altra secondo una precisa disposizione a fungere da struttura portante per la posa, sempre tramite chiodatura, dello strato di stuoia di canne intrecciate o tagliate a metà. All'intradosso dello strato di canne viene posta una malta di gesso mentre all'estradosso, in corrispondenza della centina lignea, spesso veniva passato uno strato di latte di calce a protezione dell'incannucciato.

Le operazioni di rilievo condotte sull'edificio scelto come caso studio, hanno messo in

evidenza, a causa di controsoffitti parzialmente crollati, la presenza di una tipologia di volta in cui lo strato di tamponatura di canne è sostituito da una stuoia di cartone irrigidito o di stoffa. Dalla campionatura delle parti di volta crollate è possibile notare



Una delle volte di incannucciato crollata con centina lignea in listelli



Una delle volte di incannucciato crollata con centina lignea in travicelli

l'assenza di uno strato rigido di supporto, mancanza che ha probabilmente provocato il crollo dell'intero sistema voltato.

La struttura lignea della volta poggia, su due o tre lati, sui tramezzi e sui restanti direttamente sull'alloggio ricavato nella muratura, a seconda della posizione planimetrica del vano da coprire. Essa è composta da una centina principale disposta in diagonale su cui si attestano dei listelli (più piccoli) a rendere più rigida la struttura.

Nei due ambienti interessati dai crolli sono visibili due diverse tipologie di struttura lignea utilizzate per la centina del controsoffitto. Nel primo caso si tratta di listelli di circa 10 x 3 cm di sezione disposti in diagonale e listelli più piccoli (circa 5 x 3 cm) per la struttura di irrigidimento. Nel secondo caso invece, si tratta di veri e propri travicelli dalla sezione di circa 10 x 5 cm sulle diagonali e listelli da 8 x 3 circa disposti parallelamente al lato corto del vano da coprire.

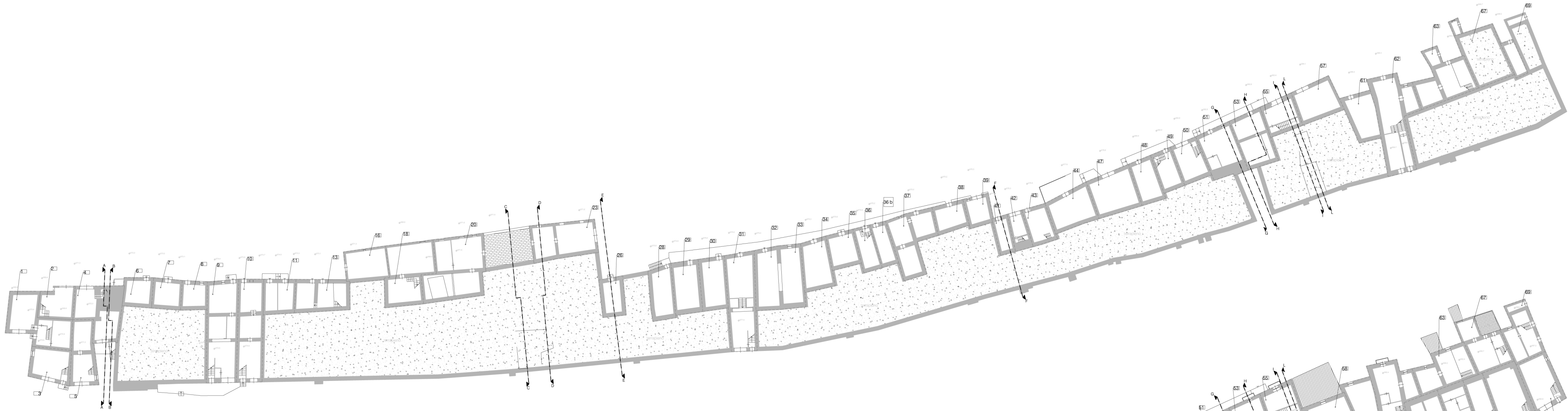


Particolare del manto di tamponatura della volta che evidenzia l'assenza delle canne di irrigidimento

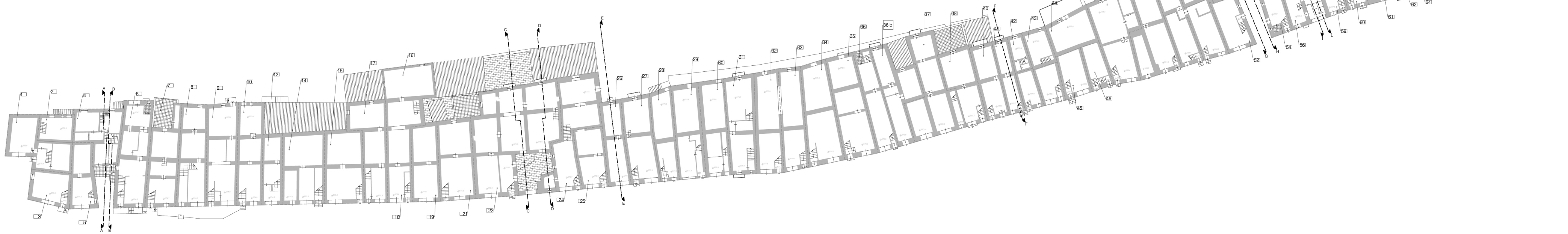


Vano coperto da volta di controsoffitto incannucciata

***Schede di rilievo dell'isolato***

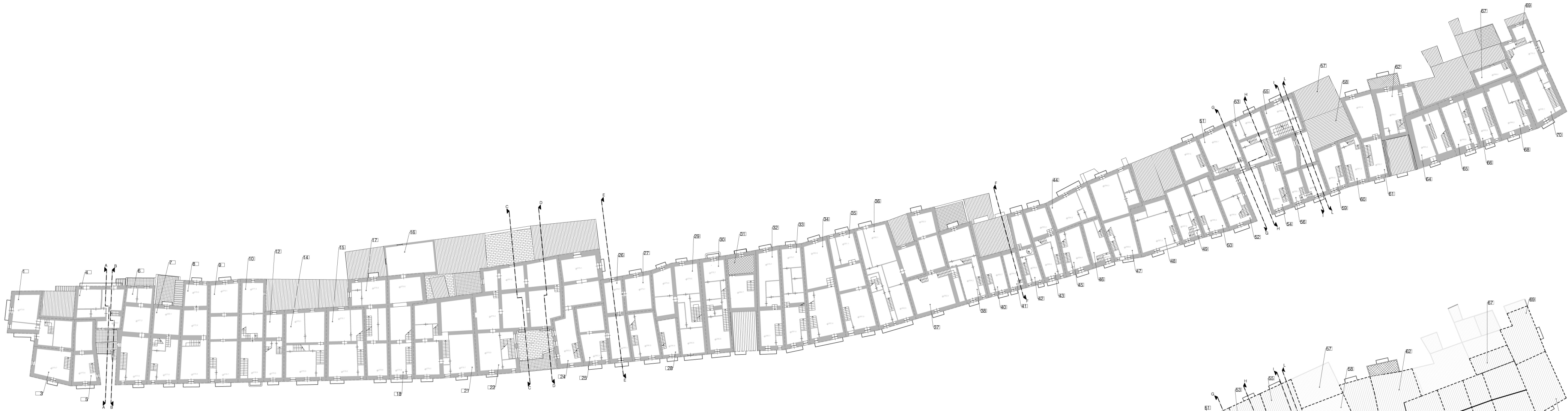


PIANTA PRIMO LIVELLO

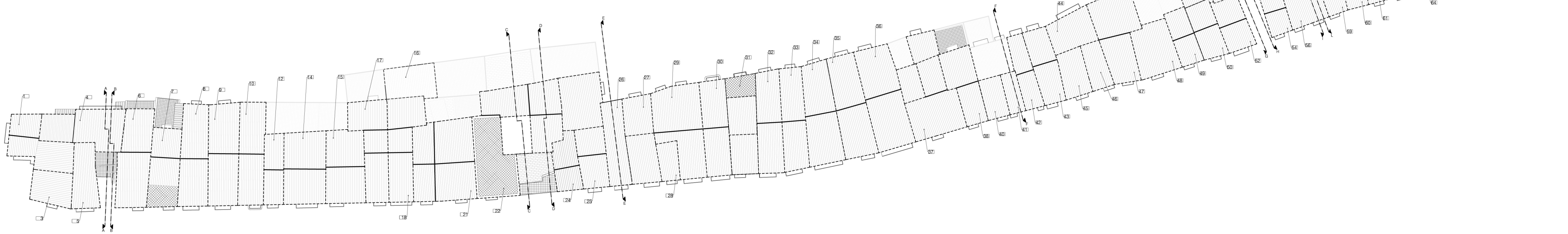


PIANTA SECONDO LIVELLO



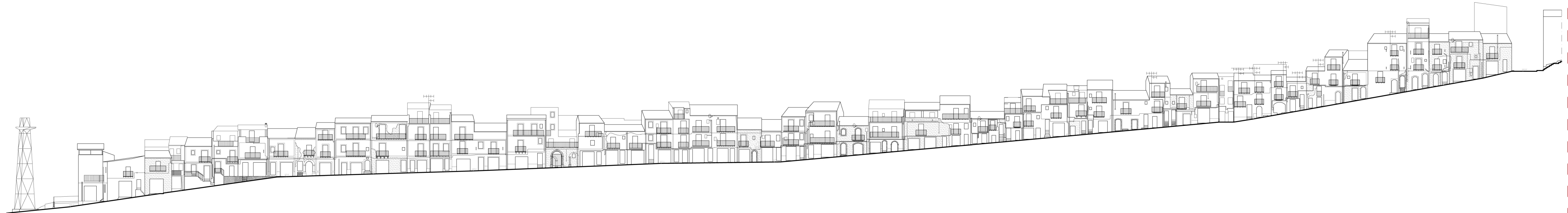


PIANTA TERZO LIVELLO



PIANTA COPERTURA





PROSPETTO DELL'INTERO ISOLATO SU VIA MISERICORDIA



PROSPETTO DELL'INTERO ISOLATO SU COSTA S.FRANCESCO

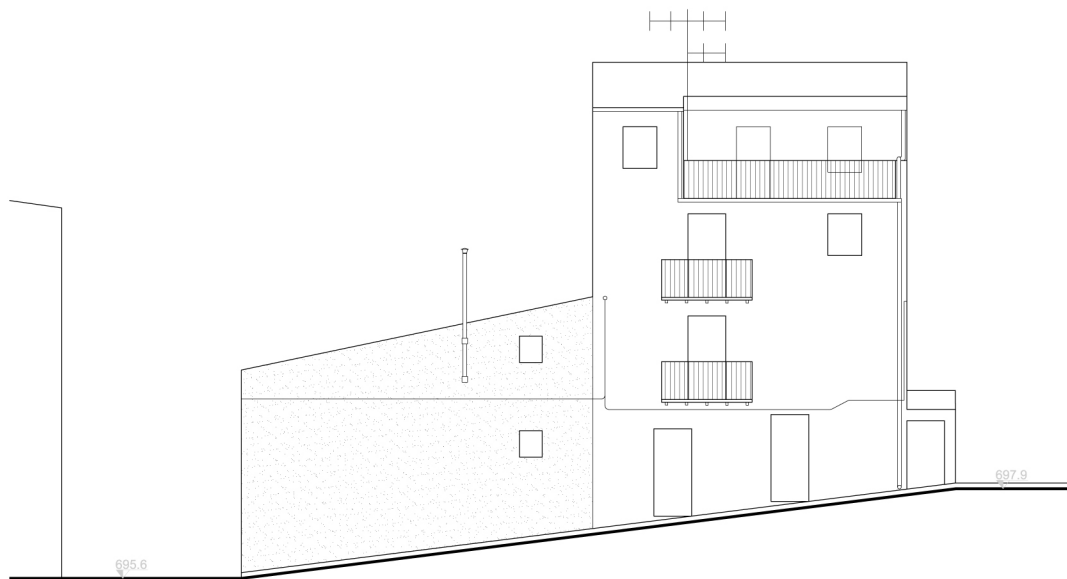


PANORAMICA SU COSTA S.FRANCESCO

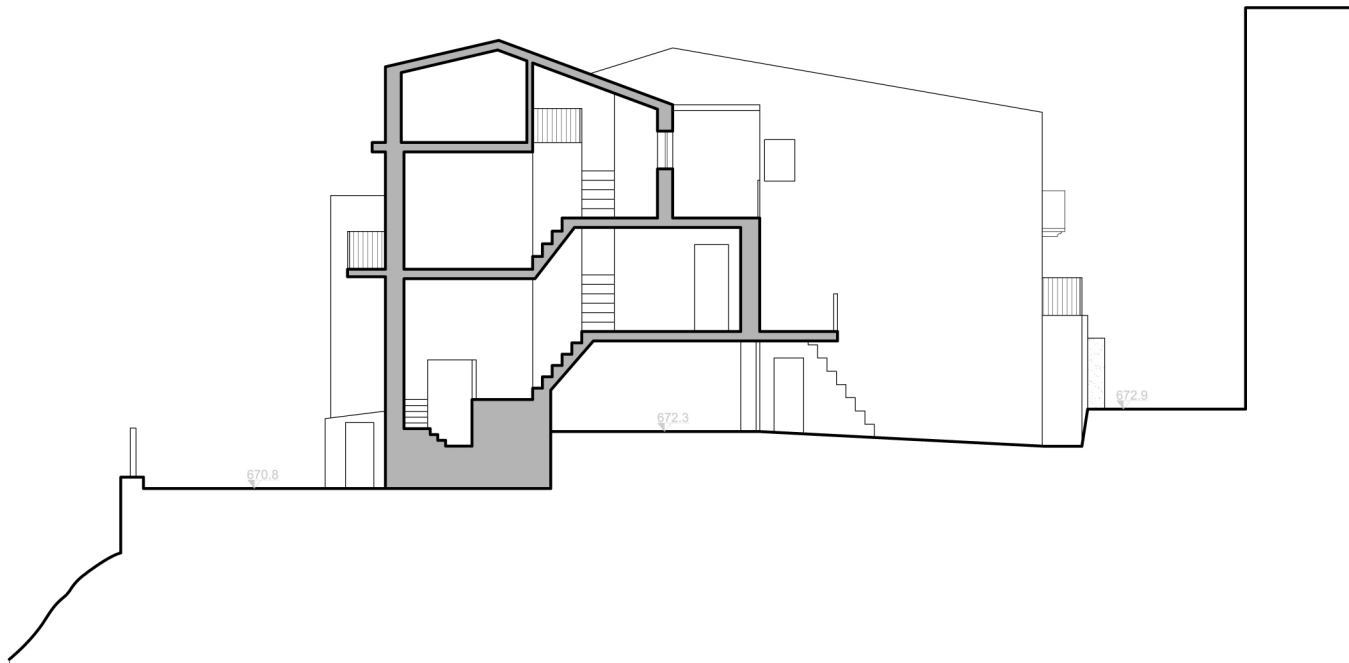




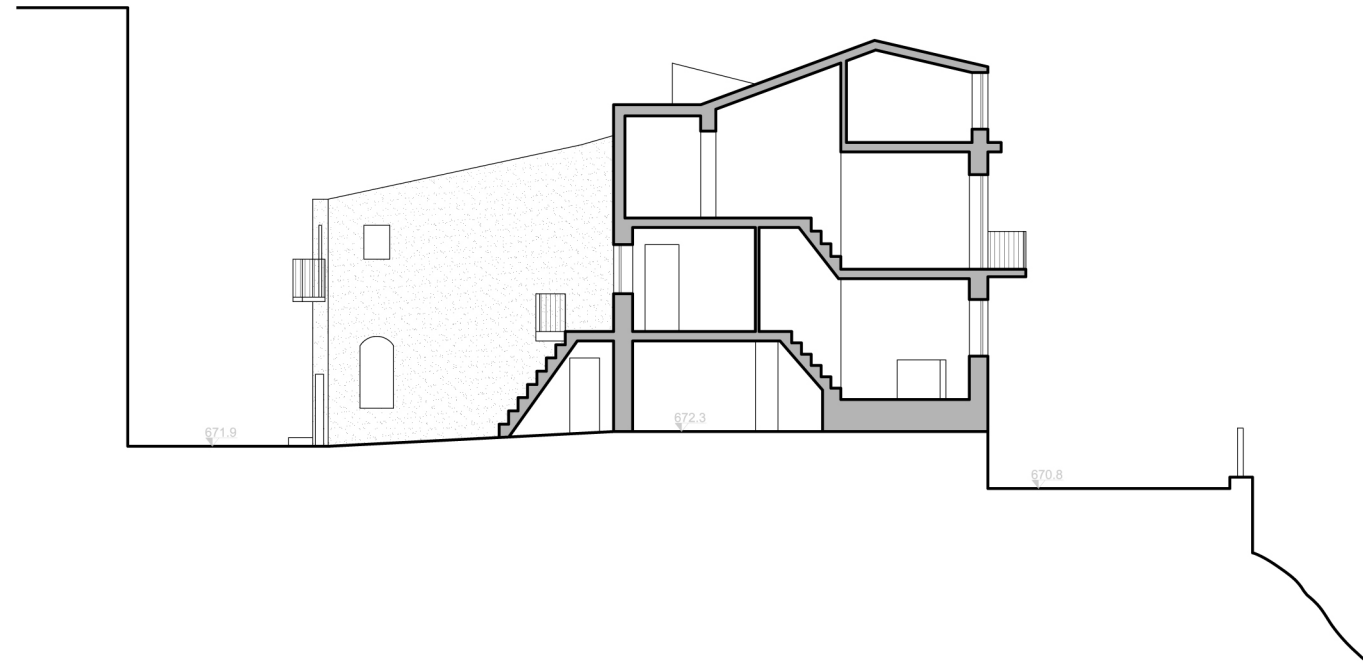
PROSPETTO SU VIA GESÙ MARIA



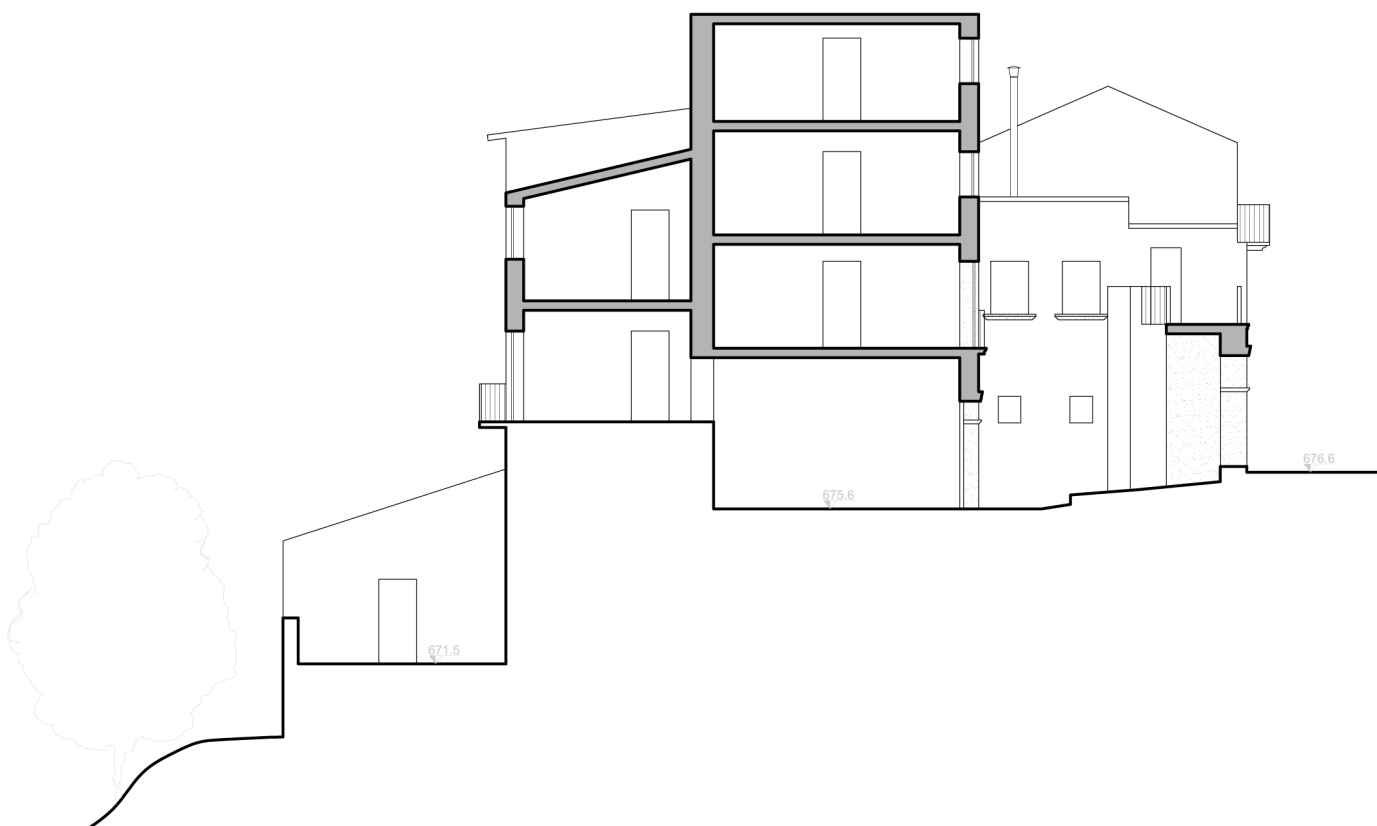
PROSPETTO SU VIA DE ASSORD



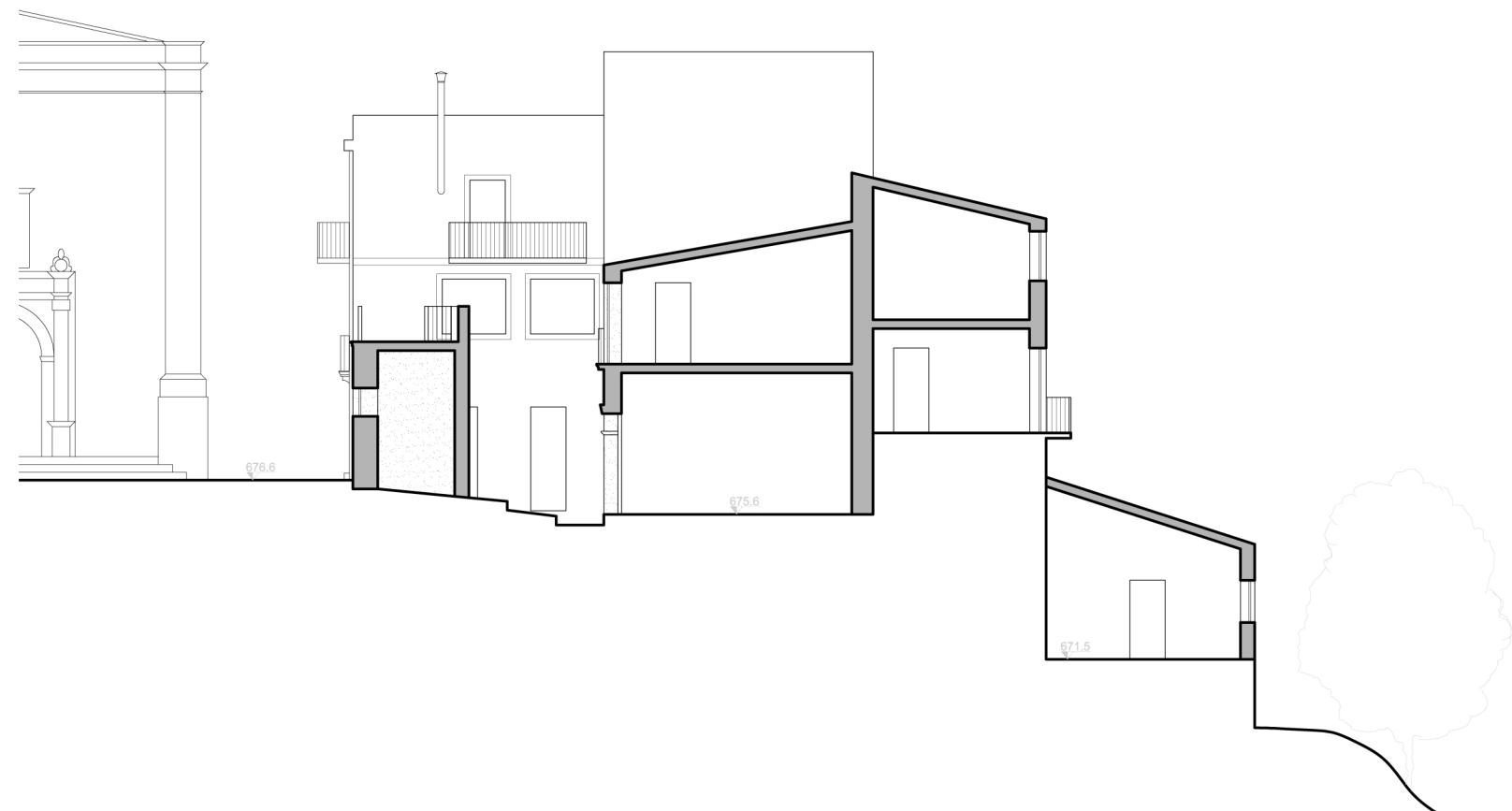
SEZIONE AA



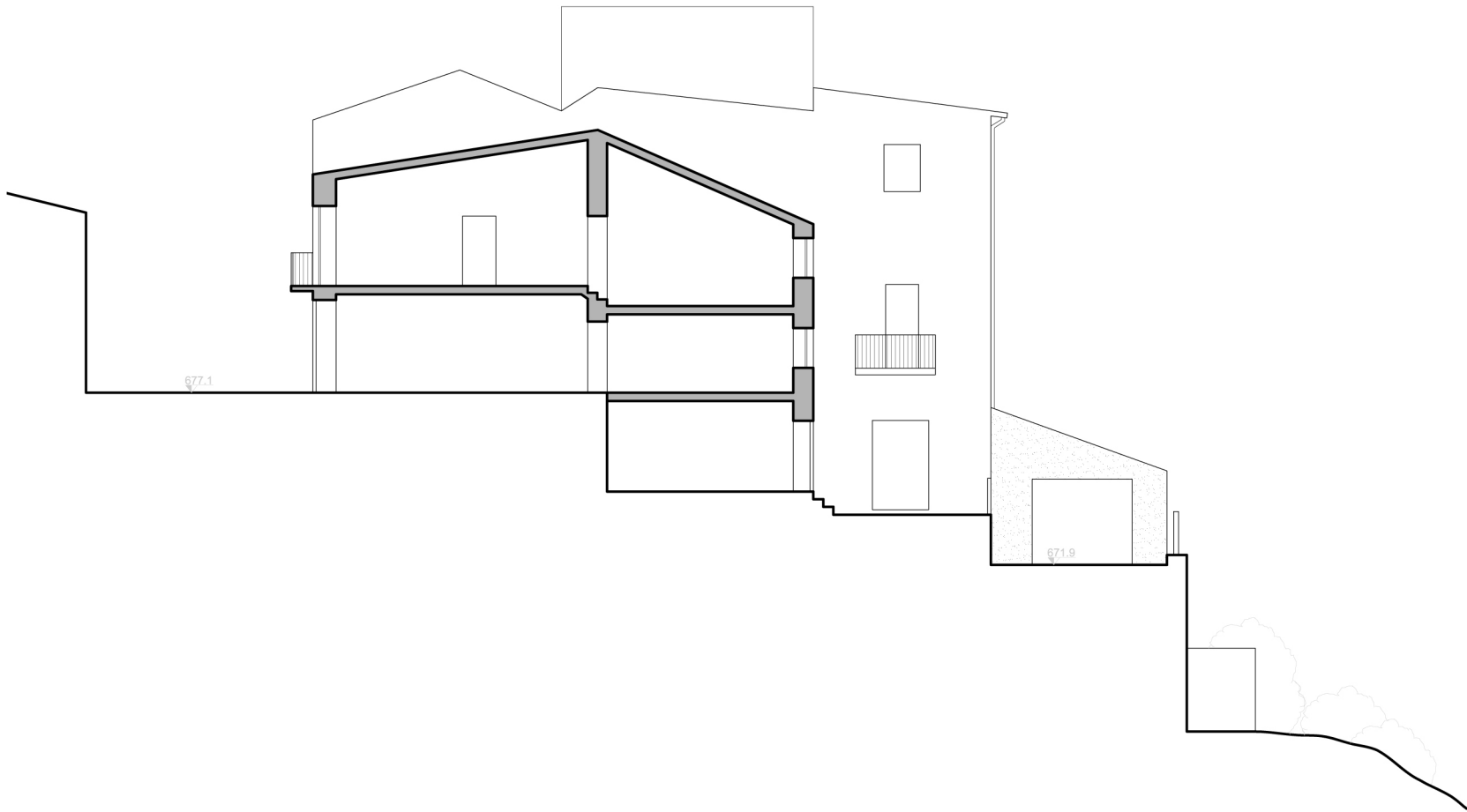
SEZIONE BB



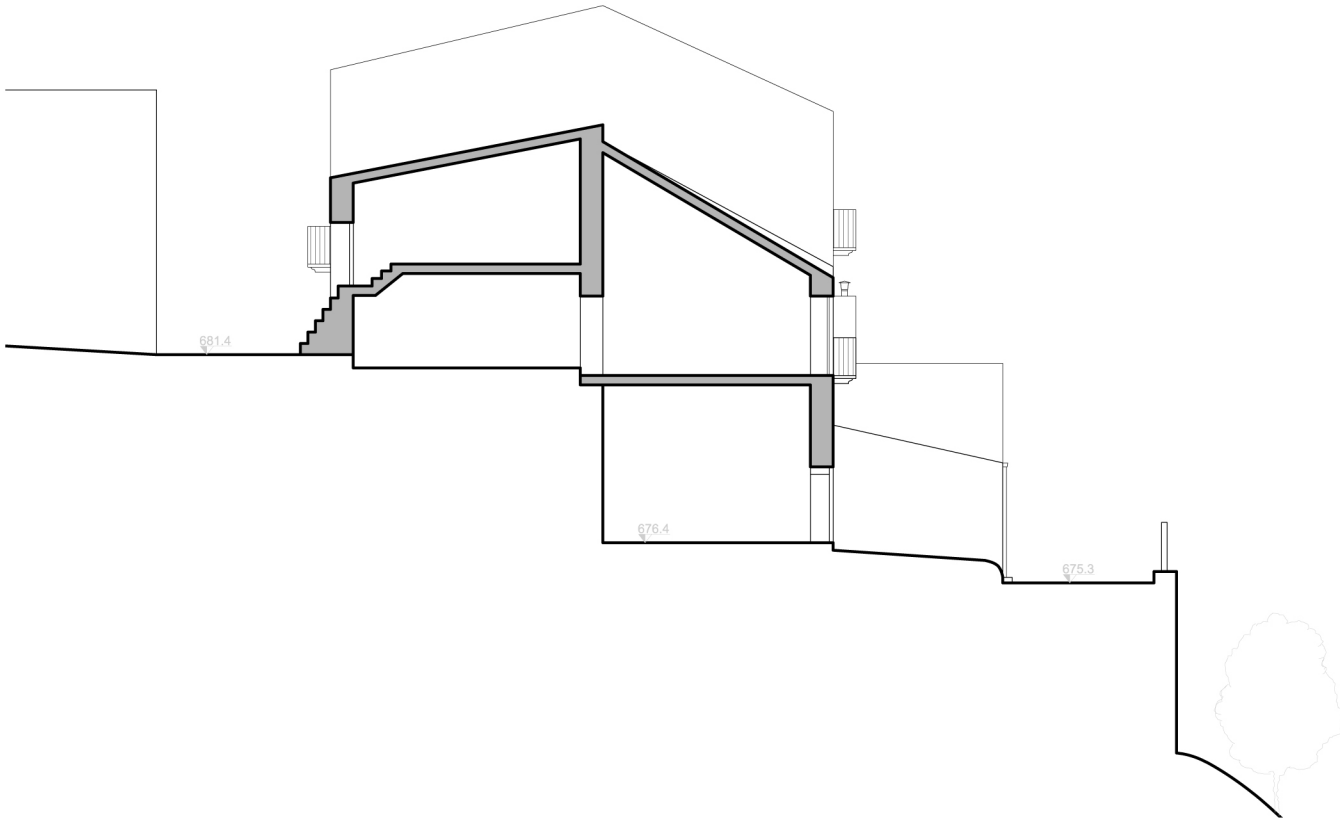
SEZIONE CC



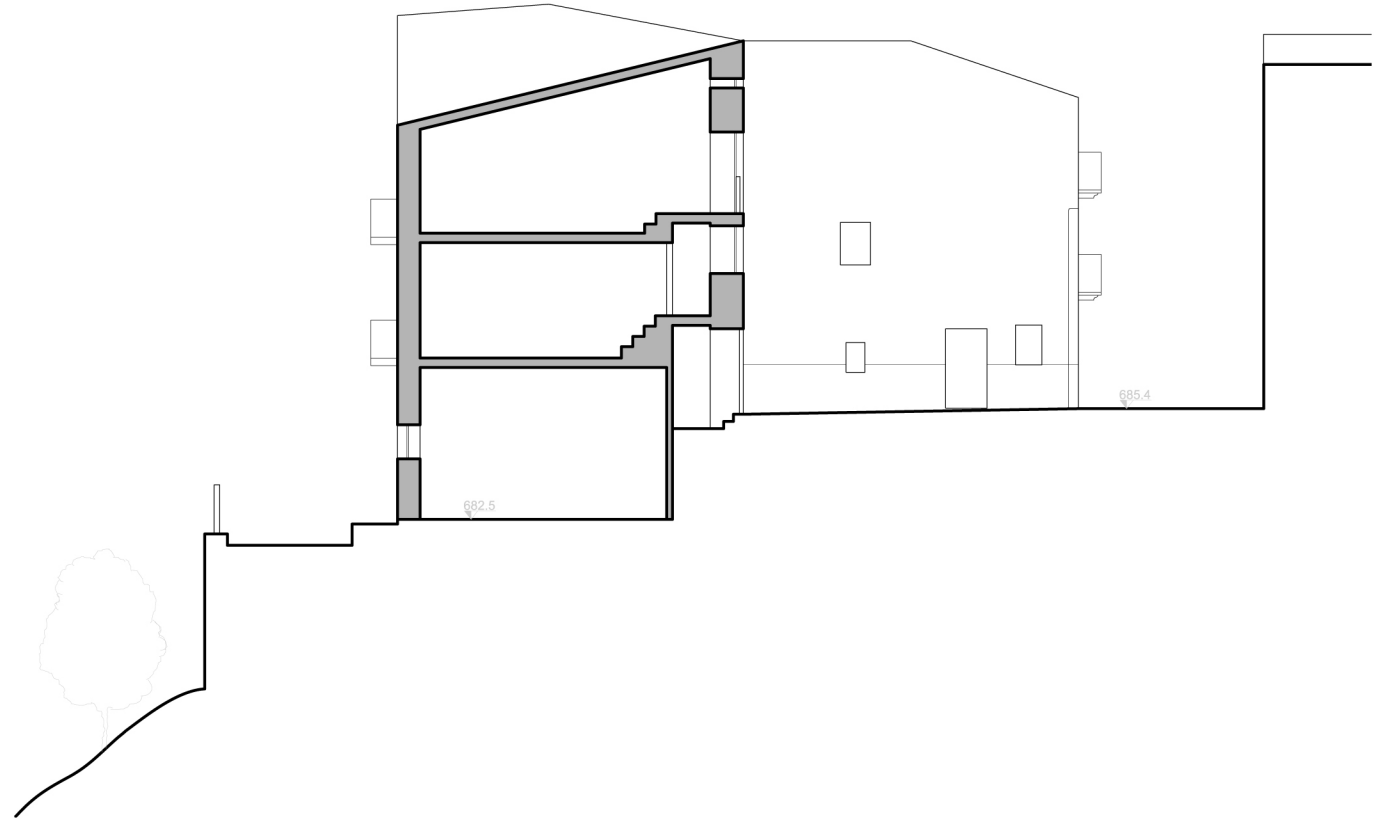
SEZIONE DD



SEZIONE EE



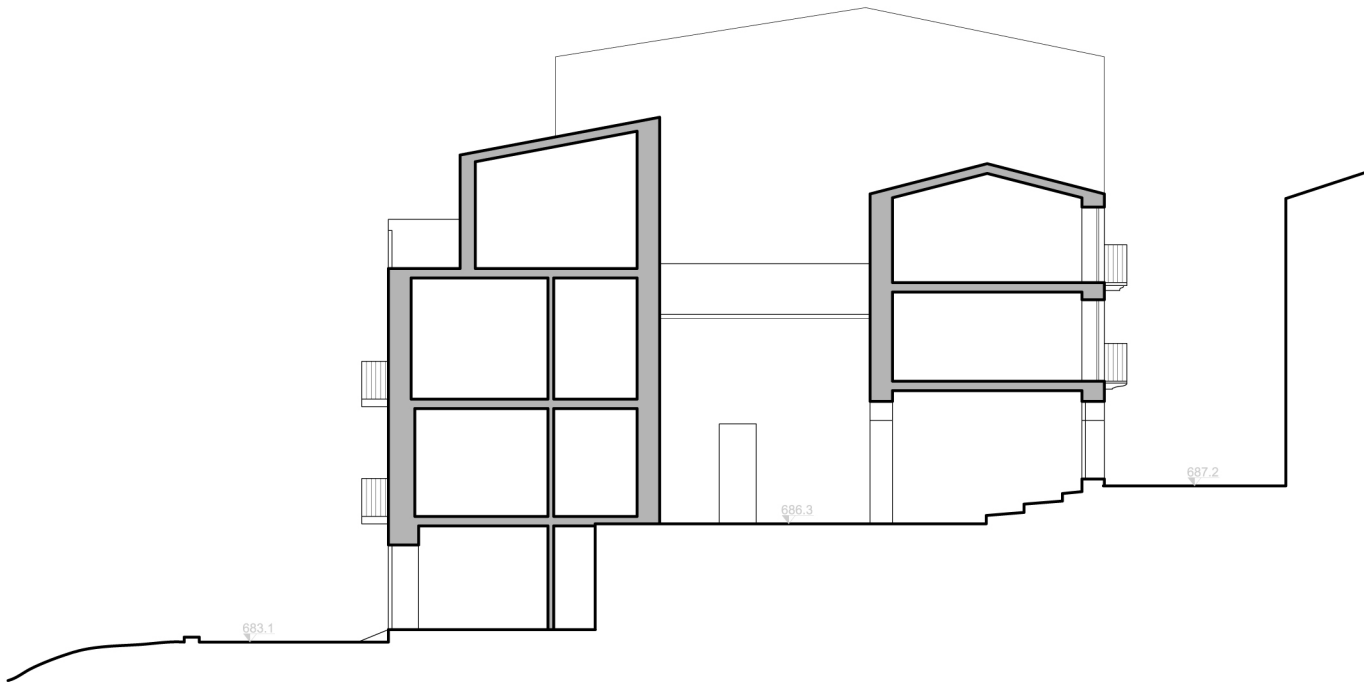
SEZIONE FF



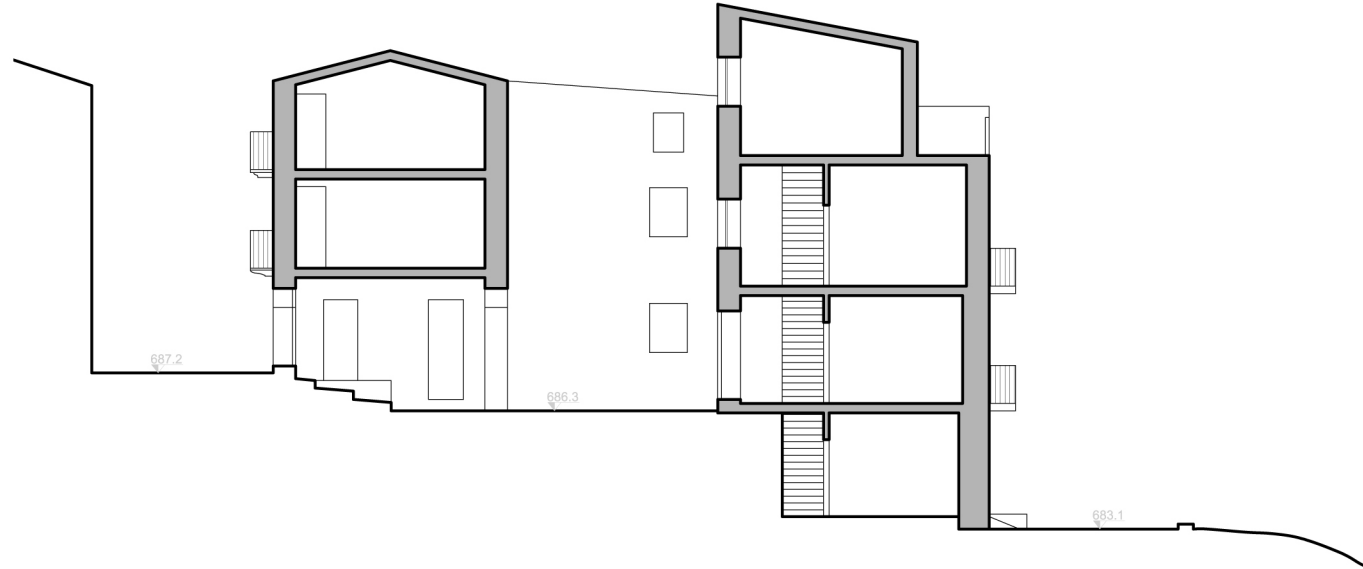
SEZIONE GG



SEZIONE HH

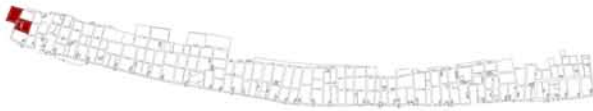


SEZIONE II

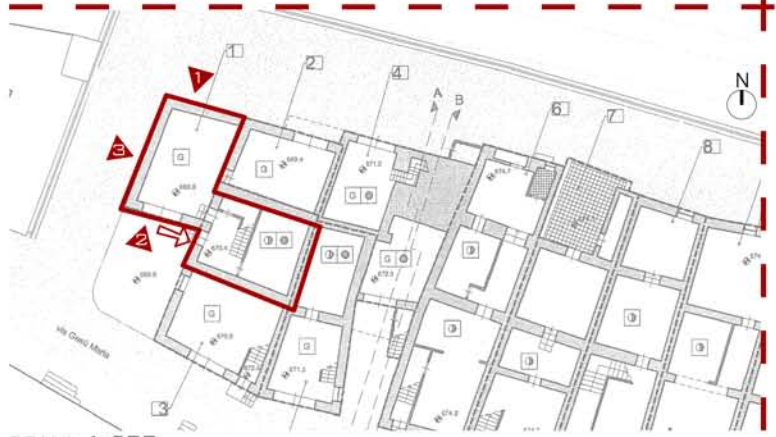


SEZIONE LL

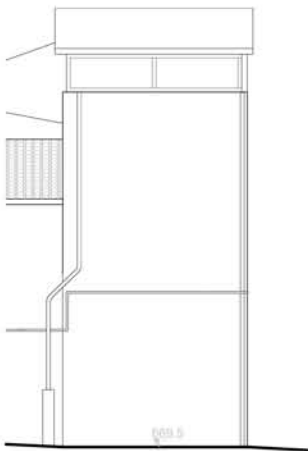
***Schede sulle unità edilizie***



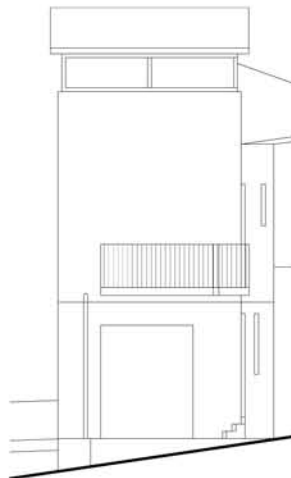
UNITÀ ABITATIVA POSTA ALLA TESTA DELL'ISOLATO COSTITUITA DA DUE CELLULE DI CUI LA PRIMA LIBERA SU TRE FRONTI MENTRE LA SECONDA POSTA NELLA PARTE CENTRALE DELL'ISOLATO E QUINDI PRIVA DI ILLUMINAZIONE DIRETTA SE NON PER IL VANO D'ACCESSO SU UN PIAZZALE ANTISTANTE. LA CONFIGURAZIONE DEI PROSPETTI E L'USO DEI MATERIALI SIA DI FINITURA CHE DI COPERTURA DENUNCIANO DEGLI INTERVENTI RECENTI CHE HANNO FORTEMENTE MUTATO L'IDENTITÀ DELL'EDIFICIO.



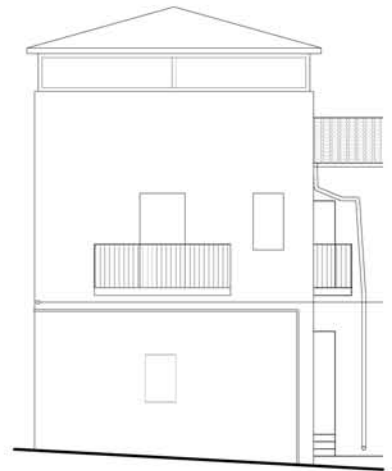
SCALA 1:500



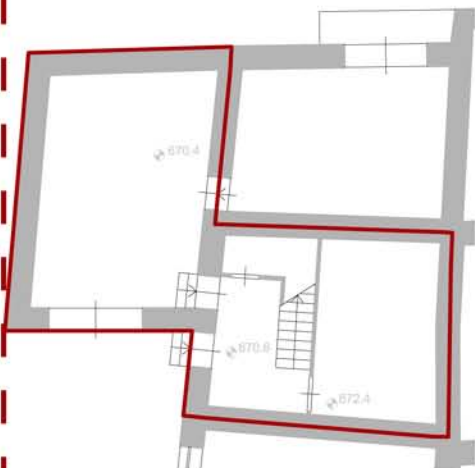
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO



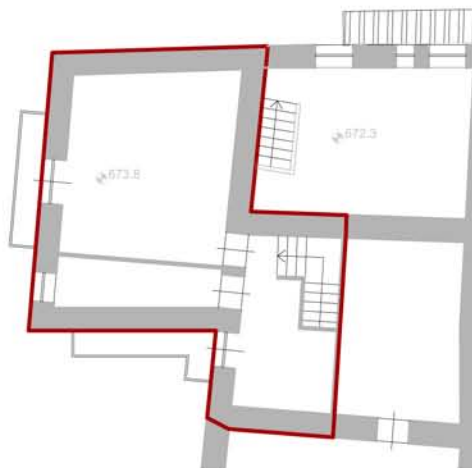
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA



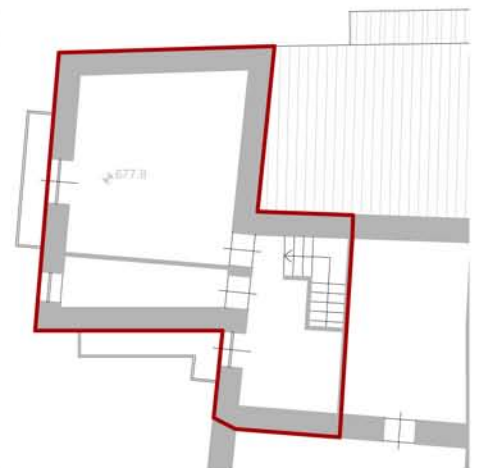
PROSPETTO SU VIA GESÙ MARIA



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 672.9)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 675.4)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 679.7)

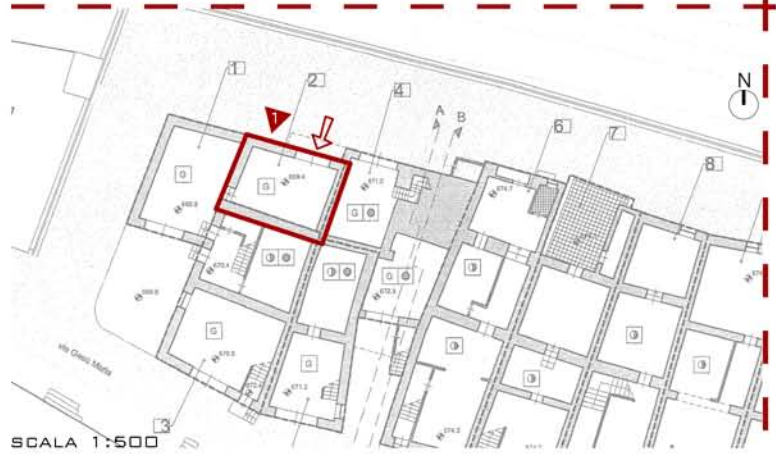
SCALA 1:200 0 1 2 4 5M





TIPOLOGIA COSTITUITA DA UNA UNICA CELLULA A CUI SI ACCDE DAL PROSPETTO SULLA COSTA S. FRANCESCO.

LA DESTINAZIONE ORIGINARIA DI DEPOSITO E' STATA NELL' ULTIMO DECENNIO MUTATA IN RESIDENZA CON L'ELEVAZIONE DEL PIANO SUPERIORE E L'INSERIMENTO DELLA SCALA ALL'INTERNO DEL VANO TERRA COME VISIBILE DAL CONFRONTO FOTOGRAFICO.



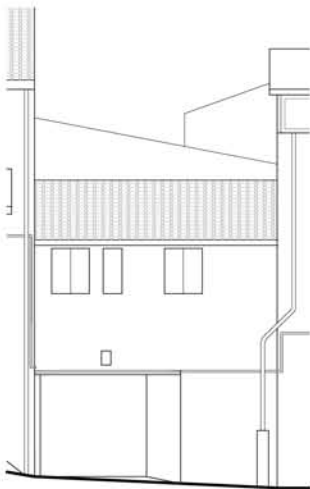
SCALA 1:500



PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (1999)



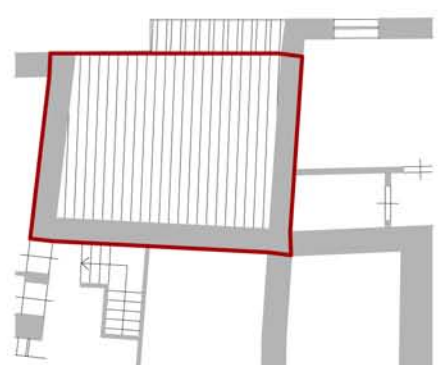
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 672.9)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 675.4)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 679.7)



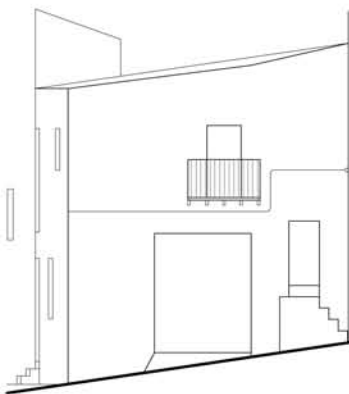
TIPOLOGIA COSTITUITA DA UNA UNICA CELLULA AL PIANO TERRA E DA DUE AL PRIMO PIANO A CUI SI ACCEDE DAL PROSPETTO SULLA VIA MISERICORDIA. IL SECONDO VANDO, POSTO ALL'INTERNO DELLA STECCA DELL'ISOLATO, RISULTA PRIVO DI ILLUMINAZIONE E AERAZIONE DIRETTA PER LA PRESENZA DELL'UNITÀ EDILIZIA N. 4 CHE PRESENTA UN'ALTEZZA MAGGIORE. DAL CONFRONTO FOTOGRAFICO CON UNA FOTO DEL 1999 SI EVINCE L'ASSENZA DELLA CANNA FUMARIA PRESENTE SUL PROSPETTO SU VIA GESÙ MARIA E DELLO STRATO DI INTONACO SUI PROSPETTI SOSTITUITO DALLA PIETRA A FACCIA VISTA.



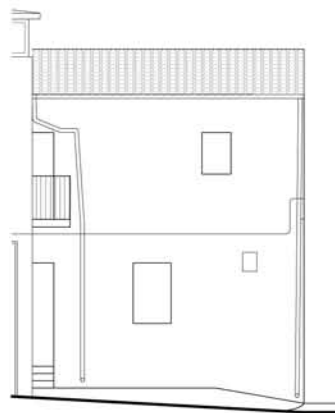
SCALA 1:500



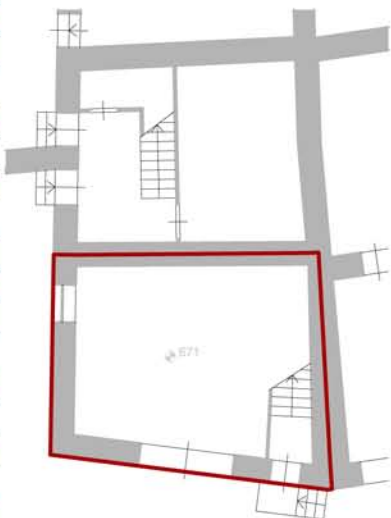
PROSPETTO SU VIA GESÙ MARIA (1999)



PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



PROSPETTO SU VIA GESÙ MARIA (2011)



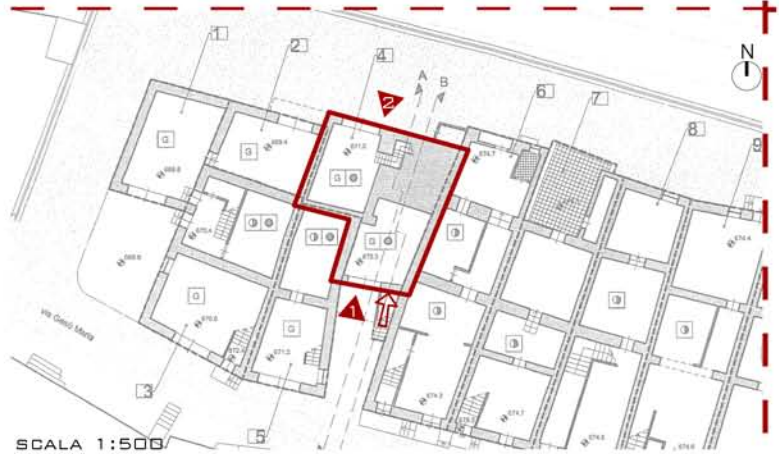
PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 672.9)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 676.2)



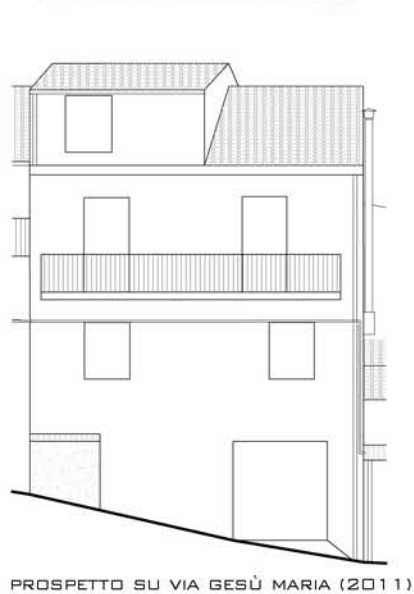
TIPOLOGIA COSTITUITA DA TRE CELLULE (UN VANDO SULLA STRADA PRINCIPALE, UNO SULLA VALLATA E UNO CENTRALE PRIVO DI ILLUMINAZIONE E AERAZIONE DIRETTA). LA PRESENZA DEL DOPIO ACCESSO SUL PROSPETTO PRINCIPALE DENOTA LA SUCCESSIVA SOPRAELEVAZIONE IN UN DATO MOMENTO STORICO, DAL QUALE, ATTRAVERSO L'INSERIMENTO DI UN SOLAIO, SI E' RESO POSSIBILE L'ACCESSO AL PIANO SUPERIORE DIRETTAMENTE DAL PORTONE D'INGRESSO ATTRAVERSO UNA SCALA.



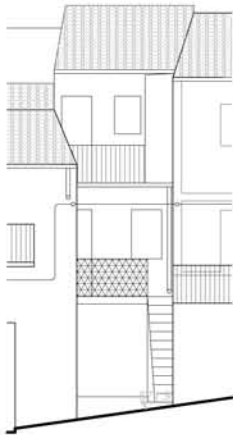
SCALA 1:500



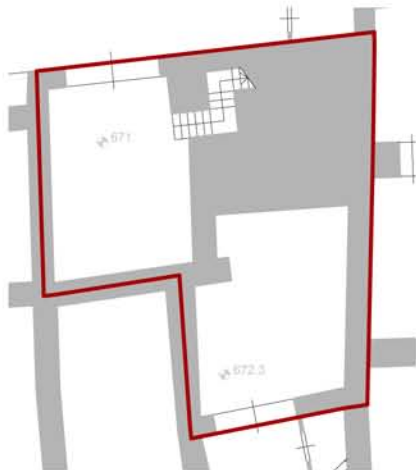
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (1999)



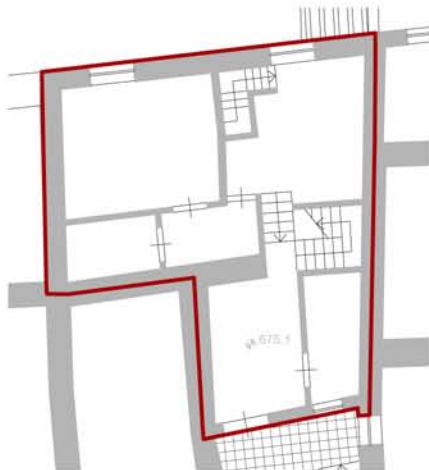
PROSPETTO SU VIA GESÙ MARIA (2011)



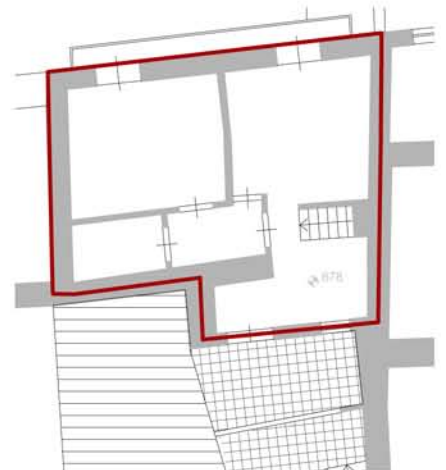
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 672.9)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 676.2)



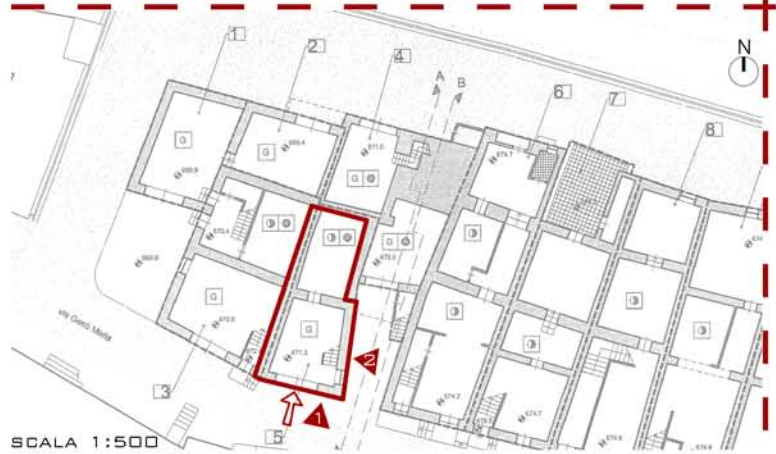
PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 679.7)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M





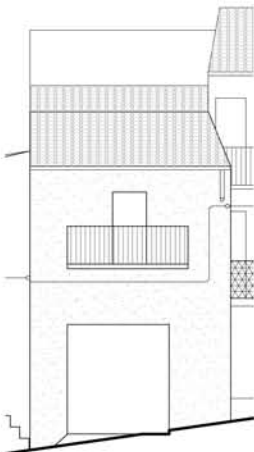
TIPOLOGIA COSTITUITA DA DUE CELLULE SU DUE PIANI. L'INGRESSO PRINCIPALE SI HA SUL VICOLO ATTRAVERSO UNA SCALA CHE CONDUCE DIRETTAMENTE AL PRIMO PIANO MENTRE IL VANDO AL PIANO TERRA E' ADIBITO A GARAGE. IL VANDO RETROSTANTE, SIA AL PIANO TERRA CHE AL PRIMO PIANO RISULTA PRIVO DI AERAZIONE E ILLUMINAZIONE DIRETTA. DAL CONFRONTO FOTOGRAFICO NON EMERGONO MODIFICHE NELL'ULTIMO DECCENNIO.



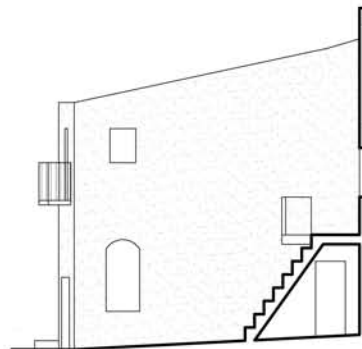
SCALA 1:500



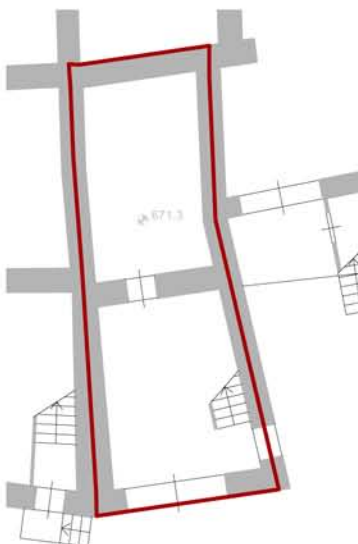
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (1999)



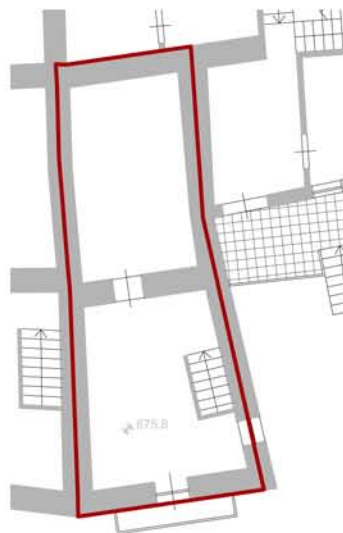
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



PROSPETTO SUL VICOLO DI VIA MISERICORDIA



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 672.9)



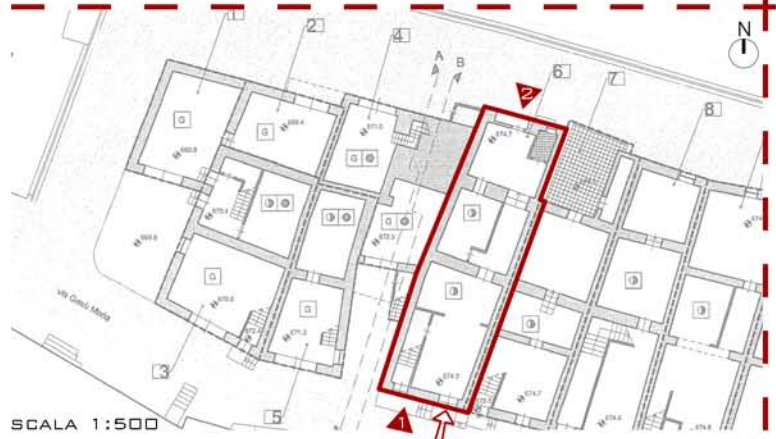
PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 676.2)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M

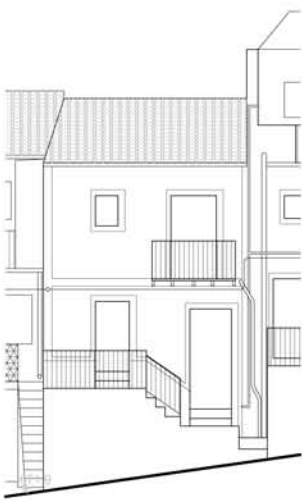


TIPOLOGIA COSTITUITA DA TRE CELLULE (UN VANO SULLA STRADA PRINCIPALE, UNO SULLA VALLATA E UNO CENTRALE PRIVO DI ILLUMINAZIONE E AERAZIONE DIRETTA).

LA PRESENZA DEL DOPPIO ACCESSO SUL PROSPETTO PRINCIPALE DENOTA LA SUCCESSIVA SOPRELEVAZIONE IN UN DATO MOMENTO STORICO, DAL QUALE, ATTRAVERSO L'INSERIMENTO DI UN SOLAIO, SI E' RESO POSSIBILE L'ACCESSO AL PIANO SUPERIORE DIRETTAMENTE DAL PORTONE D'INGRESSO ATTRAVERSO UNA SCALA.



SCALA 1:500



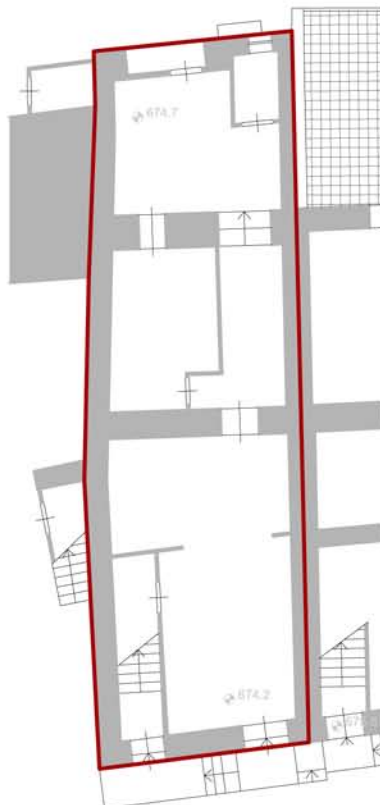
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA



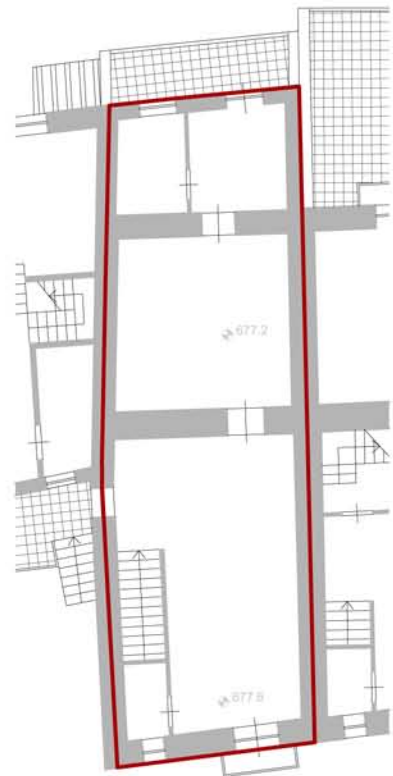
PROSPETTO SU COSTA S.FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 674.4)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 676.2)



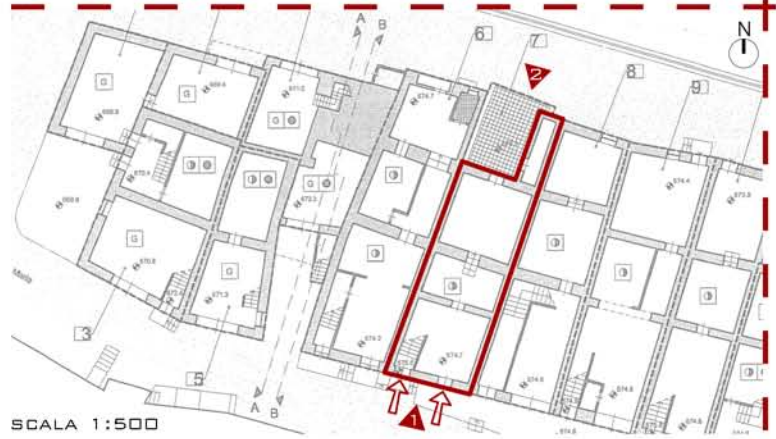
PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 679.7)



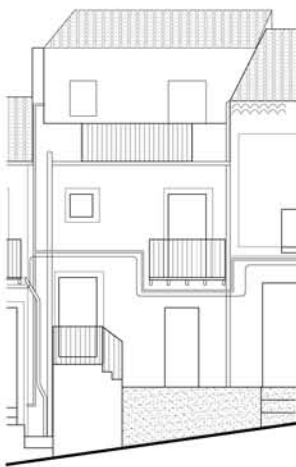


TIPOLOGIA COSTITUITA DA UNA CELLULA AL PIANO TERRA A CUI SI ACCEDE DAL FRONTE S. FRANCESCO E ALTRE DUE AL PIANO PRIMO E SECONDO DA CUI SI ACCEDE DAL PROSPETTO PRINCIPALE.

LA PRESENZA DEL DOPPIO ACCESSO SUL PROSPETTO PRINCIPALE DENOTA LA SUCCESSIVA SOPRELEVAZIONE IN UN DATO MOMENTO STORICO, DAL QUALE, ATTRAVERSO L'INSERIMENTO DI UN SOLAIO, SI E' RESO POSSIBILE L'ACCESSO AL PIANO SUPERIORE DIRETTAMENTE DAL PORTONE D'INGRESSO ATTRAVERSO UNA SCALA.



SCALA 1:500



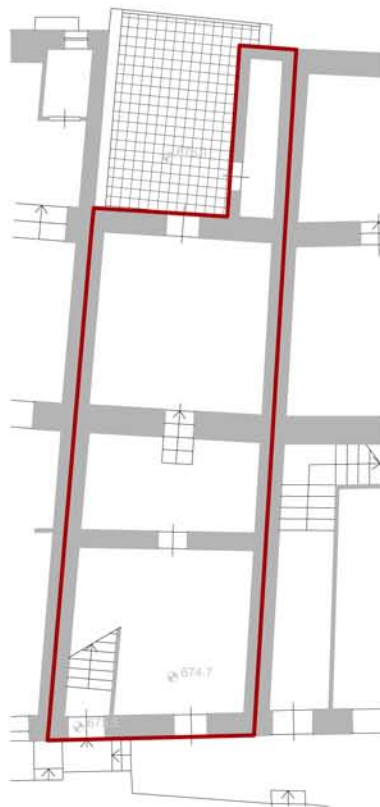
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA



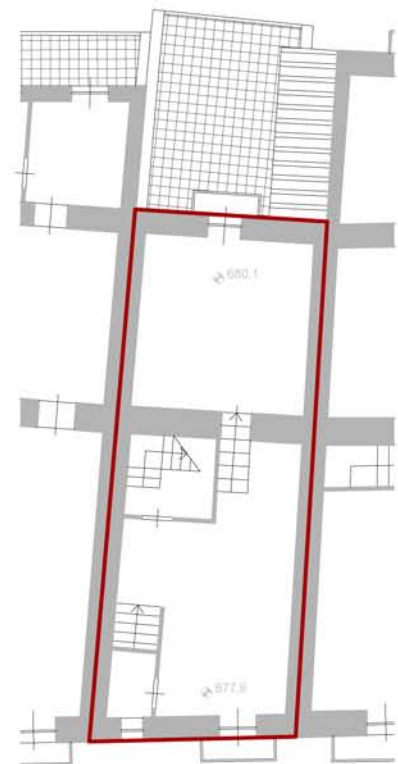
PROSPETTO SU COSTA S.FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 674.4)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 676.2)

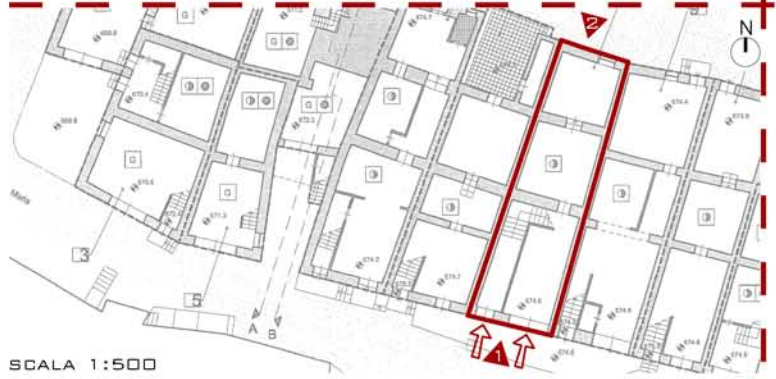


PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 679.7)

SCALA 1:200



TIPOLOGIA COSTITUITA DA TRE CELLULE (UN VANDO SULLA STRADA PRINCIPALE, UNO SULLA VALLATA E UNO CENTRALE PRIVO DI ILLUMINAZIONE E AERAZIONE DIRETTA). DAL CONFRONTO CON UNA FOTO DEL 1999 SI EVINCE LA SOPRELEVAZIONE DELL'ULTIMO PIANO E LA SOSTITUZIONE DELLA COPERTURA IN LEGNO CON UNA TERMOCOPERTURA.



SCALA 1:500



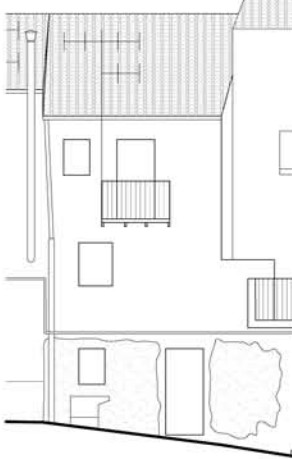
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



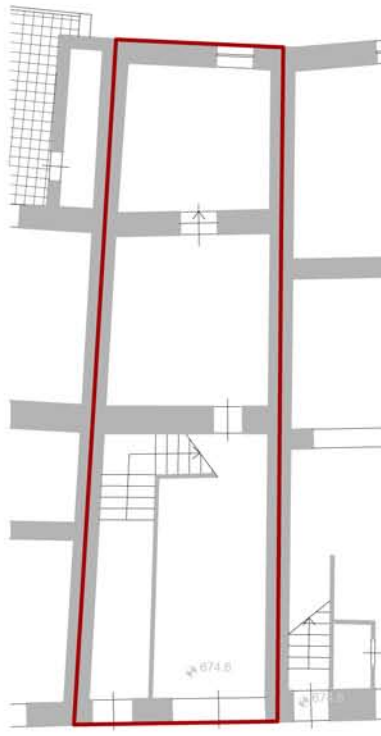
PROSPETTO SU COSTA S.FRANCESCO (2011)



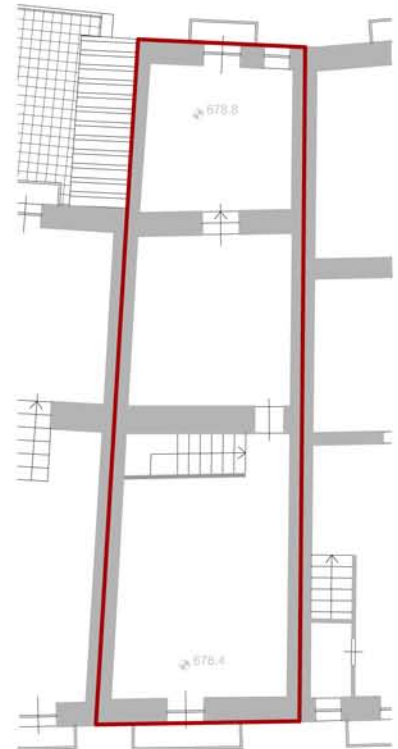
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (1999)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 674.4)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 676.2)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 679.7)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M





TIPOLOGIA COSTITUITA DA TRE CELLULE (UN VANO SULLA STRADA PRINCIPALE, UNO SULLA VALLATA E UNO CENTRALE PRIVO DI ILLUMINAZIONE E AERAZIONE DIRETTA). LA PRESENZA DEL DOPPIO ACCESSO SUL PROSPETTO PRINCIPALE DENOTA LA SUCCESSIVA SOPRELEVAZIONE IN UN DATO MOMENTO STORICO, DAL QUALE, ATTRAVERSO L'INSERIMENTO DI UN SOLAIO, SI E' RESO POSSIBILE L'ACCESSO AL PIANO SUPERIORE DIRETTAMENTE DAL PORTONE D'INGRESSO ATTRAVERSO UNA SCALA.



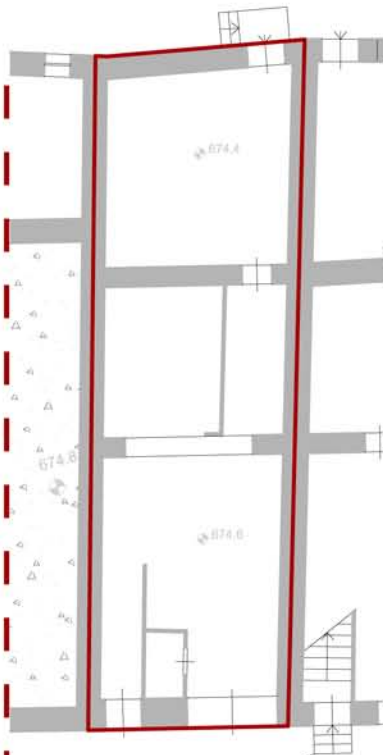
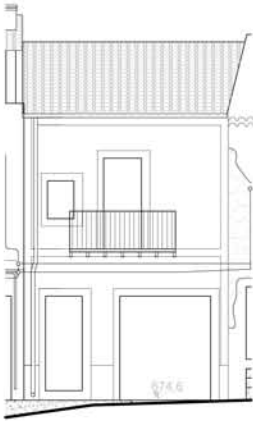
SCALA 1:500



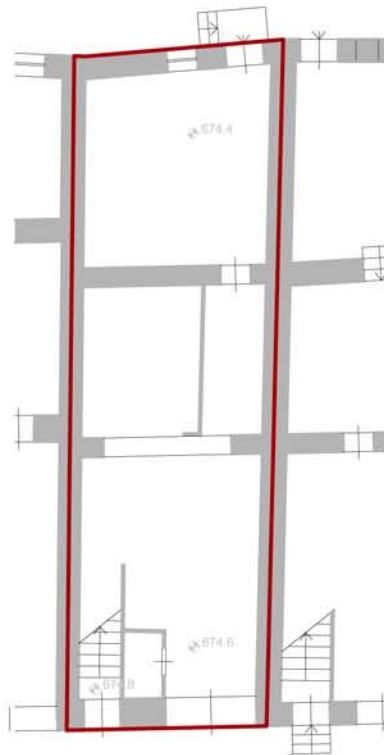
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



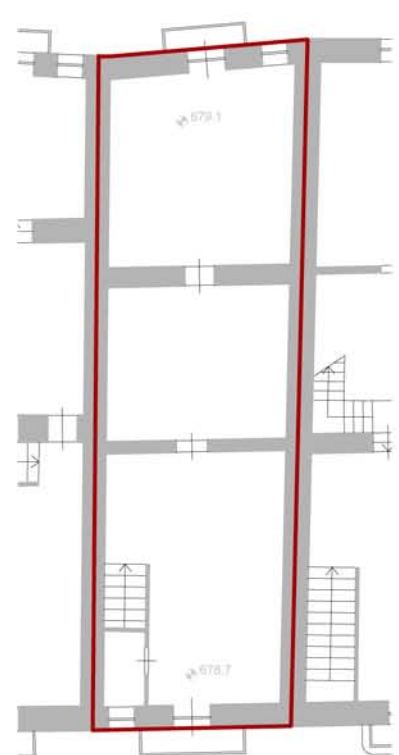
PROSPETTO SU COSTA S.FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 674.7)

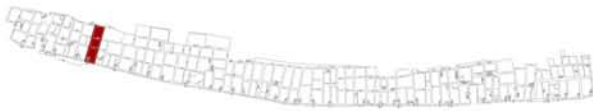


PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 676.8)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 679.7)

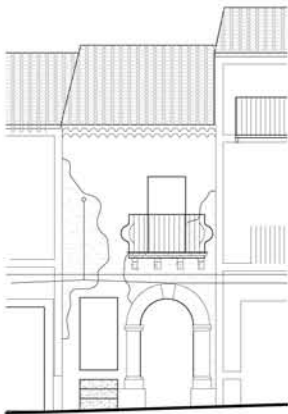
SCALA 1:200 0 1 2 4 5M



TIPOLOGIA COSTITUITA DA TRE CELLULE (UN VANO SULLA STRADA PRINCIPALE, UNO SULLA VALLATA E UNO CENTRALE PRIVO DI ILLUMINAZIONE E AERAZIONE DIRETTA). LA PRESENZA DEL DOPPIO ACCESSO SUL PROSPETTO PRINCIPALE DENOTA LA SUCCESSIVA SOPRELEVAZIONE IN UN DATO MOMENTO STORICO, DAL QUALE, ATTRAVERSO L'INSERIMENTO DI UN SOLAIO, SI E' RESO POSSIBILE L'ACCESSO AL PIANO SUPERIORE DIRETTAMENTE DAL PORTONE D'INGRESSO ATTRAVERSO UNA SCALA.



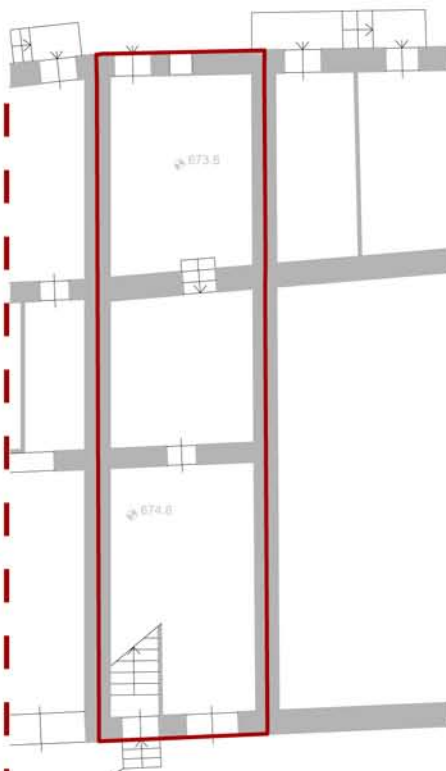
SCALA 1:500



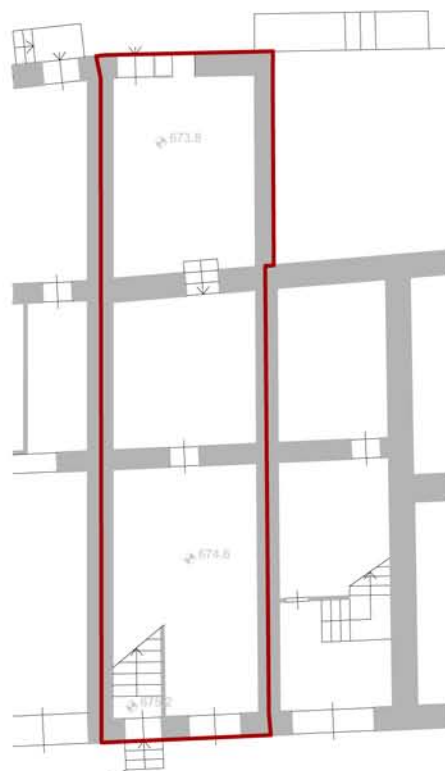
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



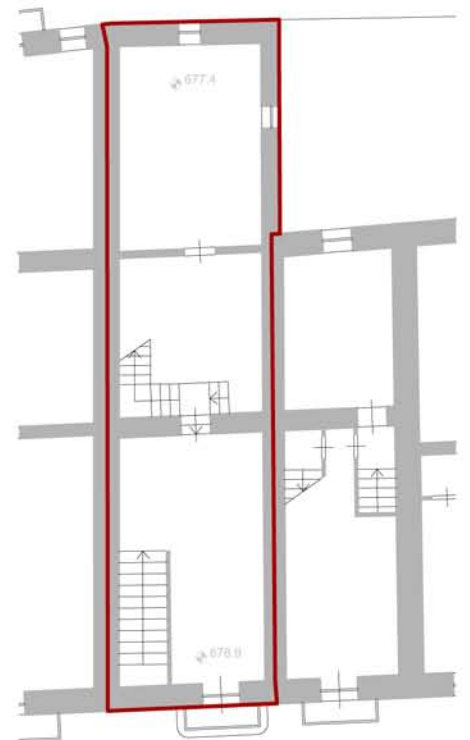
PROSPETTO SU COSTA S.FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 674.7)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 676.2)

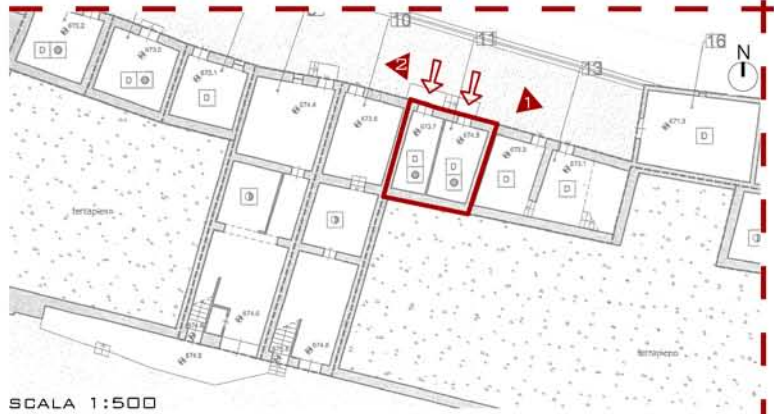


PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 679.7)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M



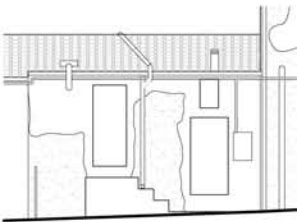
TIPOLOGIA COSTITUITA DA UNA UNICA CELLULA SUDDIVISA IN DUE AMBIENTI A CUI SI ACCDE DAL PROSPETTO SULLA COSTA S. FRANCESCO ATTRAVERSO UN DOPPIO INGRESSO, UNO ALLA STESSA QUOTA DELL'ESTERNO E L'ALTRO ATTRAVERSO UNA SCALA ESTERNA CHE RAGGIUNGE UNA QUOTA SUPERIORE DI CIRCA 1 METRO. ENTRAMBI I VANI HANNO MANTENUTO LA FUNZIONE DI DEPOSITO.



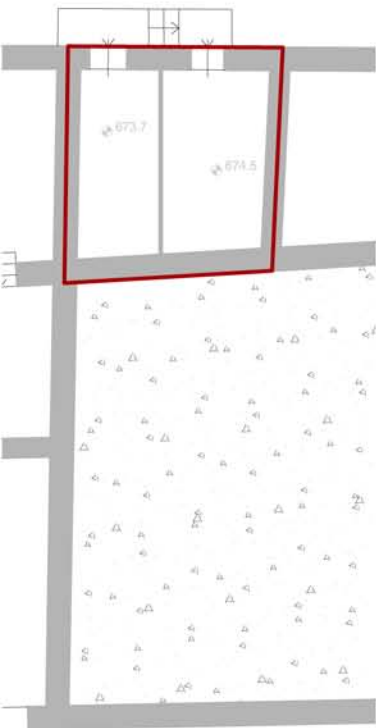
SCALA 1:500



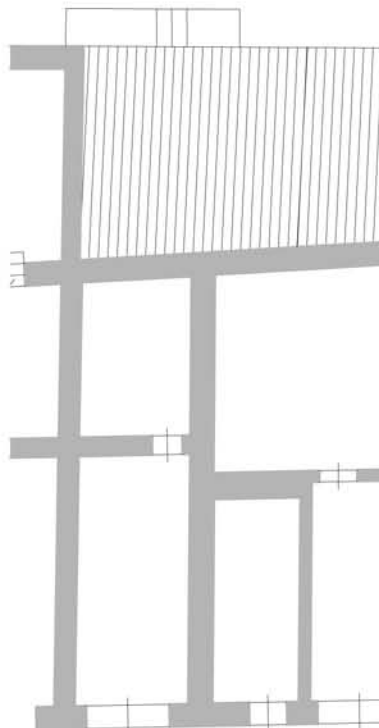
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 674.4)



PIANTA COPERTURA (QUOTA 679.4)





TIPOLOGIA COSTITUITA DA UNA DUE CELLULE A CUI SI ACCEDE DAL PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA. SOLO NEL PRIMO LIVELLO IL VANDO POSTERIORE NON PRESENTA AFFACCI SULLA COSTA S. FRANCESCO PER LA PRESENZA DELL'UNITÀ N. 11. SUGLI ALTRI DUE LIVELLI ENTRAMBI I VANI PRESENTANO UN DOPPIO AFFACCIO SU ENTRAMBI I FRONTI GARANTENDO UNA BUONA ILLUMINAZIONE E AERAZIONE AGLI AMBIENTI INTERNI.



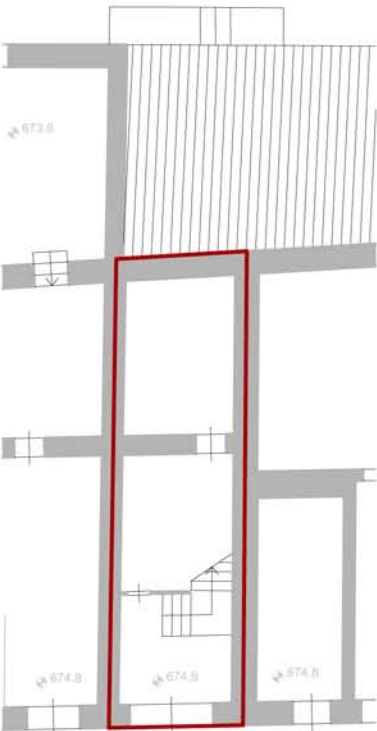
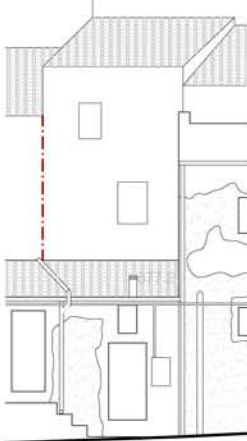
SCALA 1:500



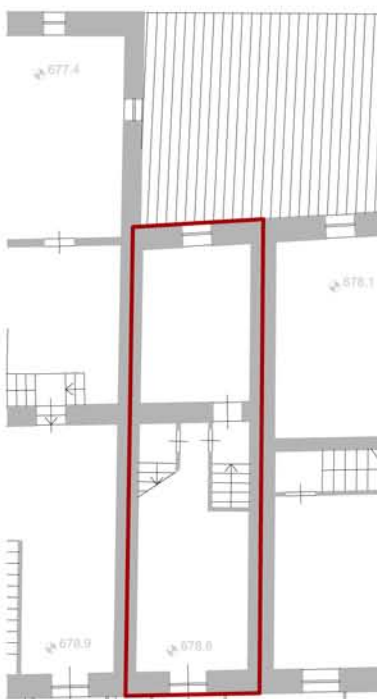
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



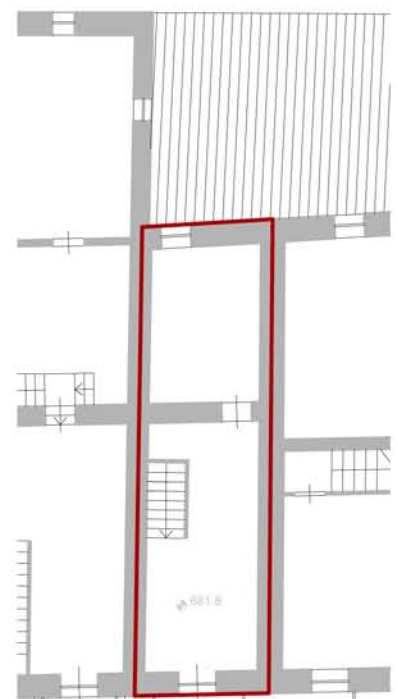
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 676.3)

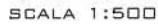
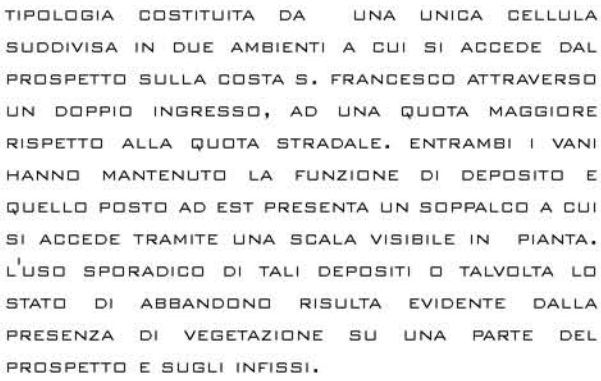


PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 679.7)



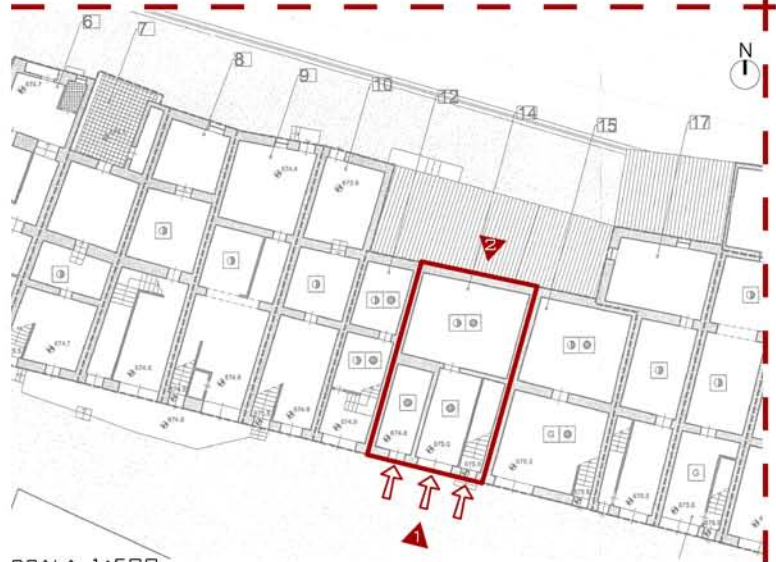
PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 683.0)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M

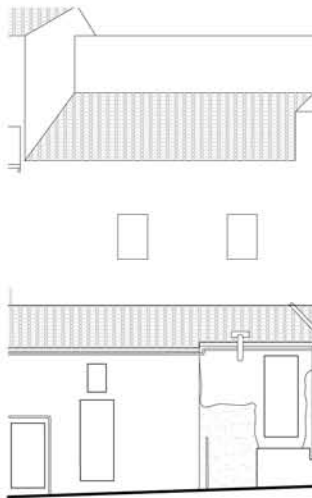




TIPOLOGIA COSTITUITA DA UNA TRE CELLULE: DUE AFFIANCATE E UNA RETROSTANTE. ALLE PRIME DUE SI ACCEDE DAL PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA ATTRAVERSO TRE DIFFERENTI INGRESSI. LA CELLULA AD OVEST, PRESENTE SOLO AL PRIMO LIVELLO, RISULTA INDIPENDENTE DAL RESTO PROBABILMENTE PER UNA SUCCESSIVA VENDITA E CONSEGUENTE TAMPONATURA DELLA PORTA DI COMUNICAZIONE. IL VANO POSTERIORE NON PRESENTA AFFACCI SULLA COSTA S. FRANCESCO PER LA PRESENZA DELL'UNITÀ N. 11. SUGLI ALTRI DUE LIVELLI ENTRAMBI I VANI PRESENTANO UN DOPPIO AFFACCIO SU ENTRAMBI I FRONTI GARANTENDO UNA BUONA ILLUMINAZIONE E AERAZIONE AGLI AMBIENTI INTERNI.



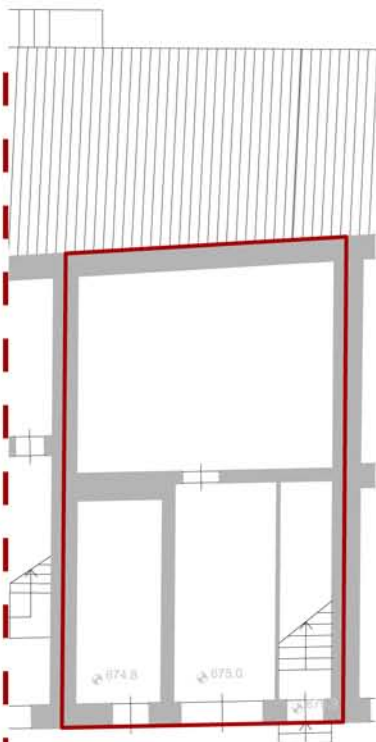
SCALA 1:500



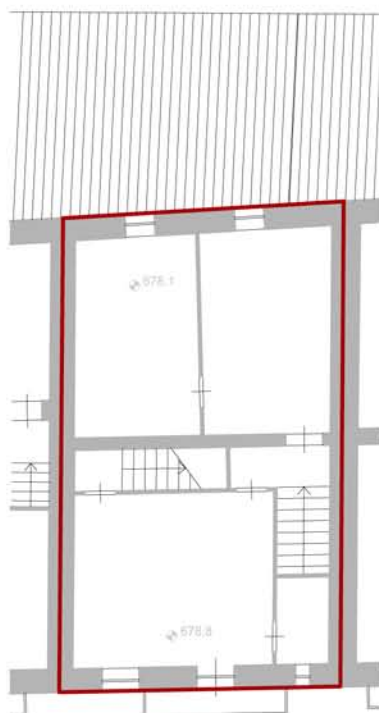
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



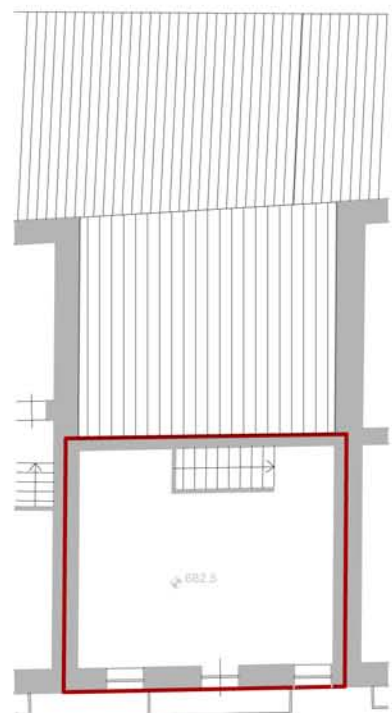
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 676.3)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 679.7)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 683.0)

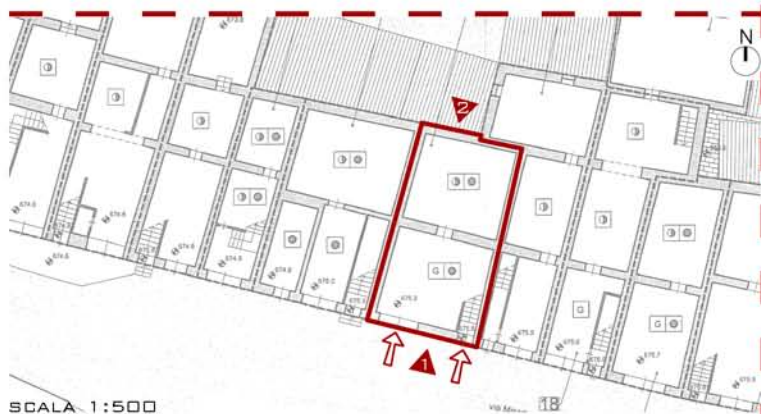
SCALA 1:200 0 1 2 4 5M



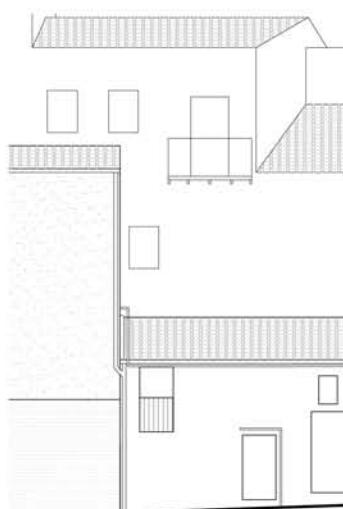
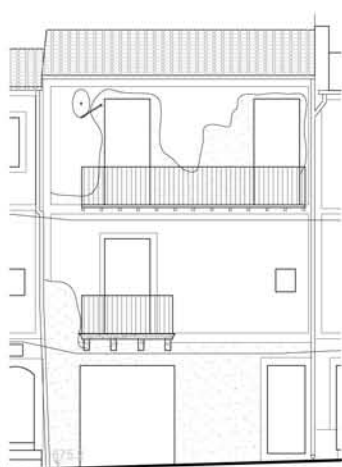
# UNITÀ EDILIZIA 15



TIPOLOGIA COSTITUITA DA UNA DUE CELLULE A CUI SI ACCEDE DAL PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA. NEL PRIMO E SECONDO LIVELLO IL VANO POSTERIORE NON PRESENTA AFFACCI SULLA COSTA S. FRANCESCO PER LA PRESENZA DELL'UNITÀ N. 17. SUGLI ALTRI DUE LIVELLI ENTRAMBI I VANI PRESENTANO UN DOPIO AFFACCIO SU ENTRAMBI I FRONTI GARANTENDO UNA BUONA ILLUMINAZIONE E AERAZIONE AGLI AMBIENTI INTERNI.



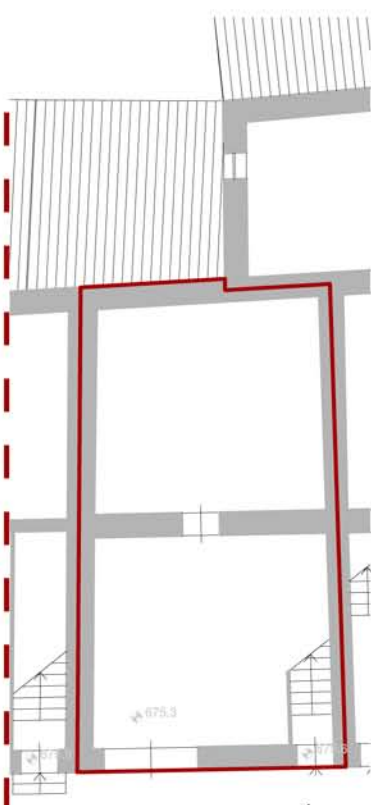
SCALA 1:500



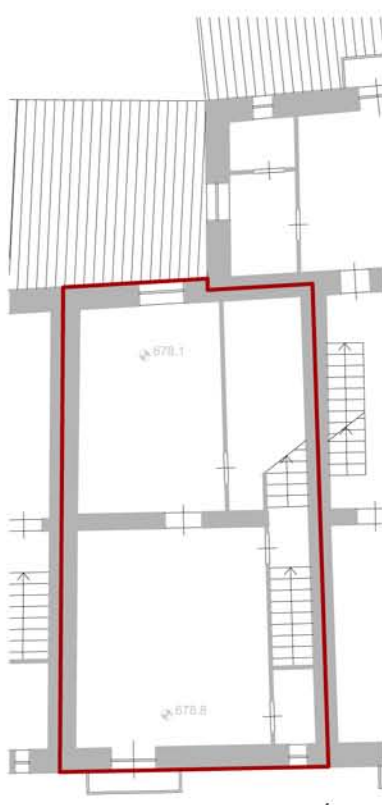
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



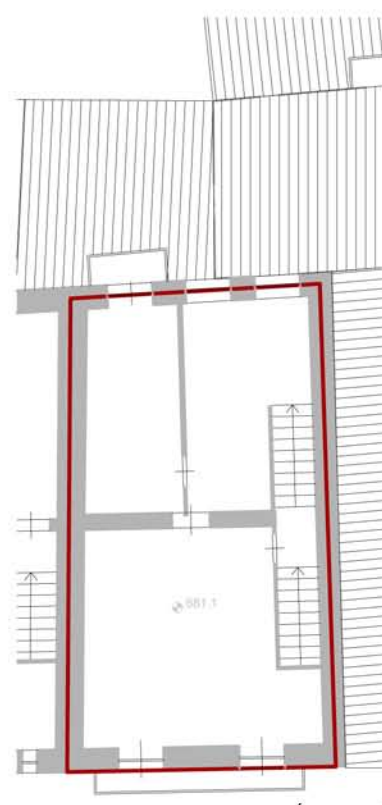
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 676.3)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 679.7)

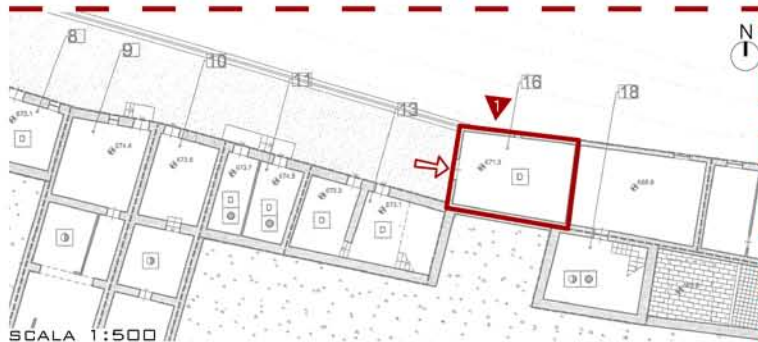


PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 683.0)

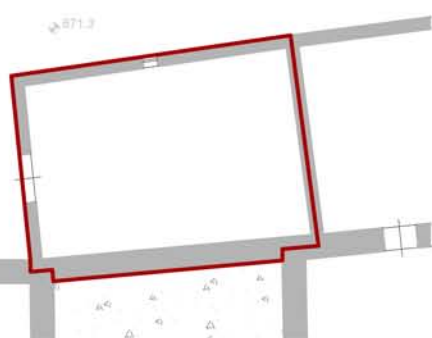
SCALA 1:200 0 1 2 4 5M



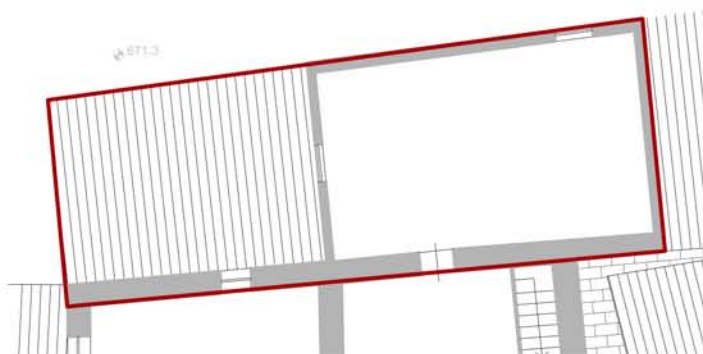
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA DUE CELLULE SOLO AL PIANO TERRA POICHÉ I LIVELLI SUPERIORI FANNO PARTE DELL'UNITÀ ABITATIVA N. 18. LA STRUTTURA RISULTA IN STATO DI ABBANDONO E MOLTE APERTURE SONO PRIVE DI INFISSI. L'ACCESSO ALL'EDIFICIO AVVIENE DALLA COSTA S. FRANCESCO.



PROSPETTO SULLA VALLATA (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 674.4)

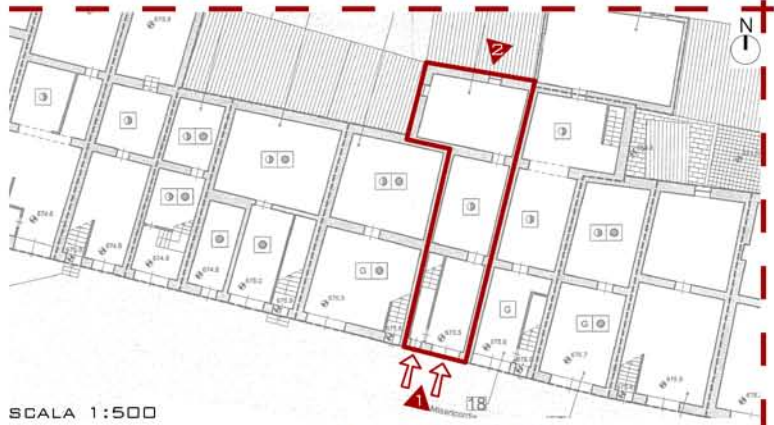


PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 677.2)





TIPOLOGIA COSTITUITA DA UNA TRE CELLULE AL PRIMO E SECONDO LIVELLO E DA DUE AL TERZO E QUARTO LIVELLO. IL PROSPETTO PRINCIPALE SI TROVA SU VIA MISERICORDIA MENTRE L'ULTIMA CELLULA PROSPETTA DIRETTAMENTE SULLA VALLATA. IL VANDO CENTRALE SI TROVA PRIVO DI ILLUMINAZIONE AERAZIONE DIRETTA. AL PIANO TERRA SI RIPETE IL SISTEMA DEL DOPPIO INGRESSO SECONDO LO SCHEMA EVOLUTIVO DELLA CELLULA ABITATIVA BASE DESCRITTO NEL PARAGRAFO 3.1.



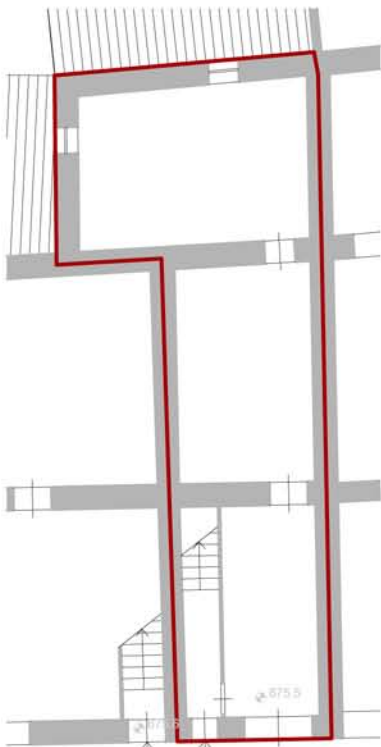
SCALA 1:500



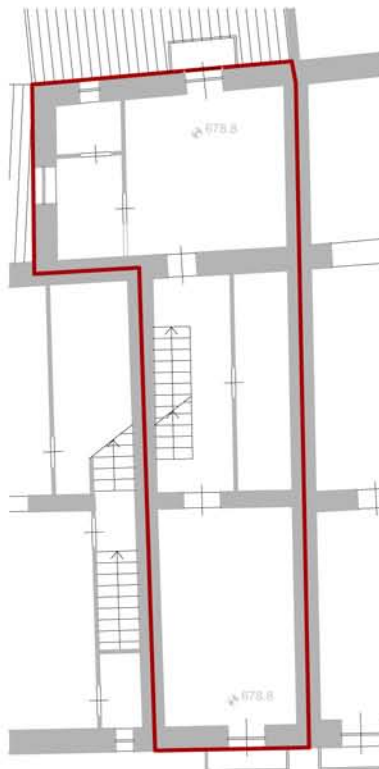
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



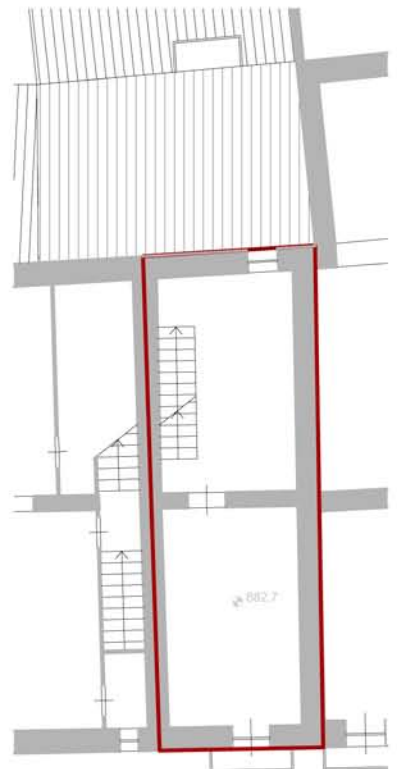
PROSPETTO SULLA VALLATA (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 677.9)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 681.2)



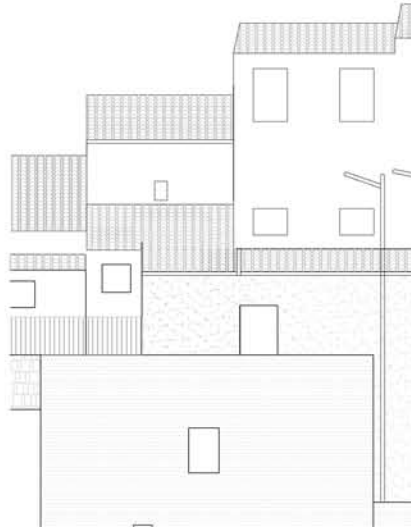
PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 685.0)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M



TIPOLOGIA COSTITUITA DA UNA QUATTRO CELLULE AL PRIMO E SECONDO LIVELLO E DA TRE AL TERZO E QUARTO LIVELLO. IL PROSPETTO PRINCIPALE SI TROVA SU VIA MISERICORDIA MENTRE L'ULTIMA CELLULA PROSPETTA DIRETTAMENTE SULLA VALLATA. IL VANO CENTRALE SI TROVA PRIVO DI ILLUMINAZIONE AERAZIONE DIRETTA. AL PIANO TERRA SI RIPETE IL SISTEMA DEL DOPPIO INGRESSO SECONDO LO SCHEMA EVOLUTIVO DELLA CELLULA ABITATIVA BASE DESCRITTO NEL PARAGRAFO 3.1.

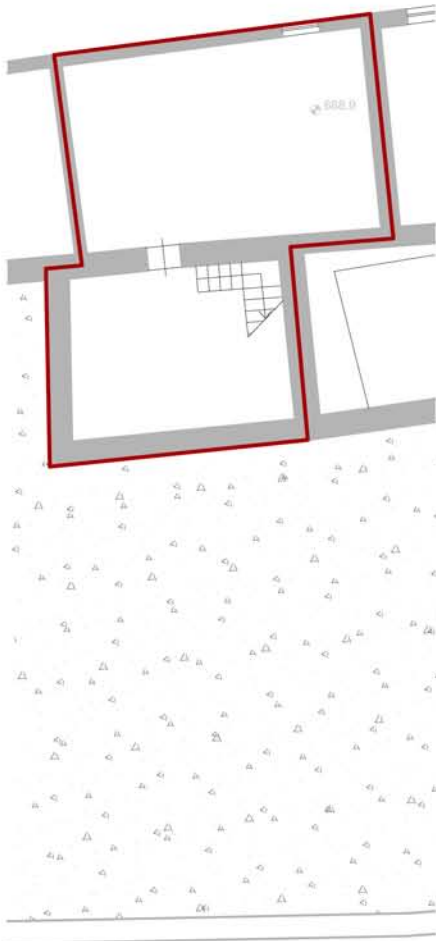
SCALA 1:500



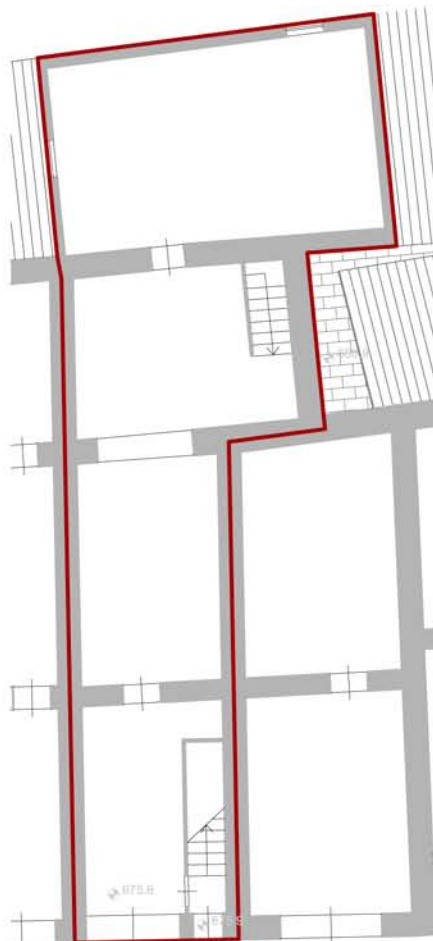
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



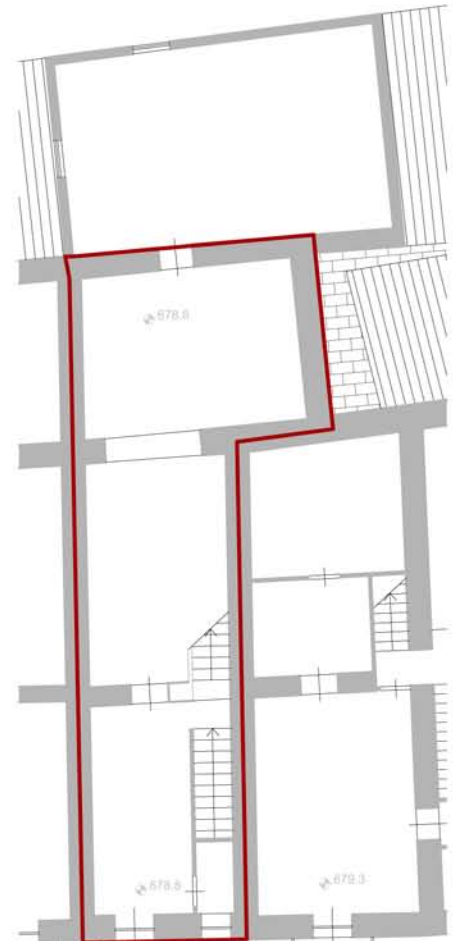
PROSPETTO SULLA VALLATA (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 674.4)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 677.9)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 681.2)

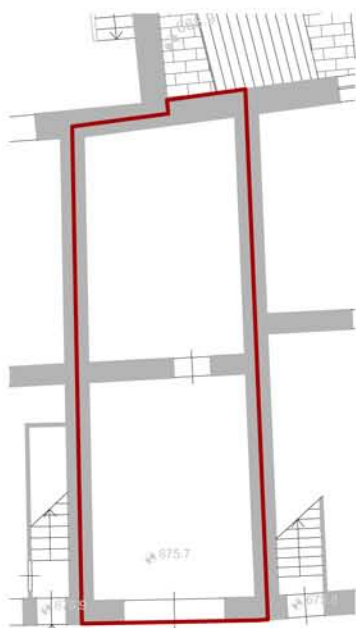
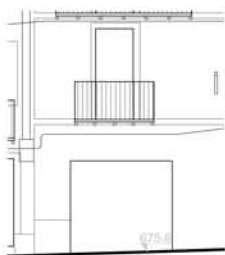
SCALA 1:200 0 1 2 4 5m



UNITA' ABITATIVA COSTITUITA DA DUE CELLULE SOLO AL PIANO TERRA POICHE' I LIVELLI SUPERIORI FANNO PARTE DELL'UNITA' ABITATIVA N. 21. IL VANDO SUL FRONTE DI VIA MISERICORDIA E' ADIBITO A GARAGE MENTRE QUELLO RETROSTANTE, CHE NON PRESENTA APERTURE A CAUSA DELLA PRESENZA DELL'UNITA' N. 18, E' USATO COME DEPOSITO POICHE' PRIVO DI ILLUMINAZIONE E AERAZIONE DIRETTA.



PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 677.9)

## UNITÀ EDILIZIA 19



SCALA 1:500

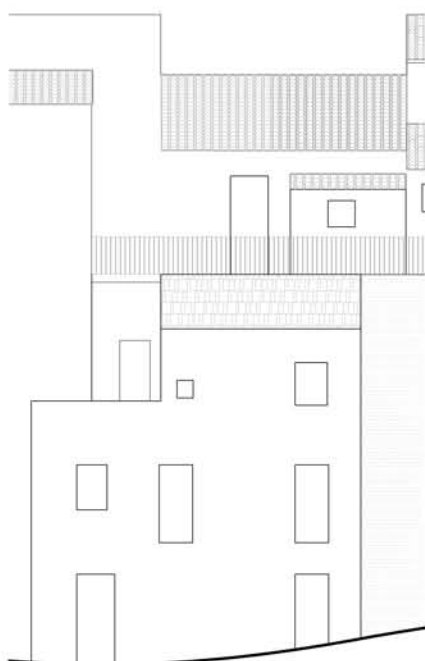




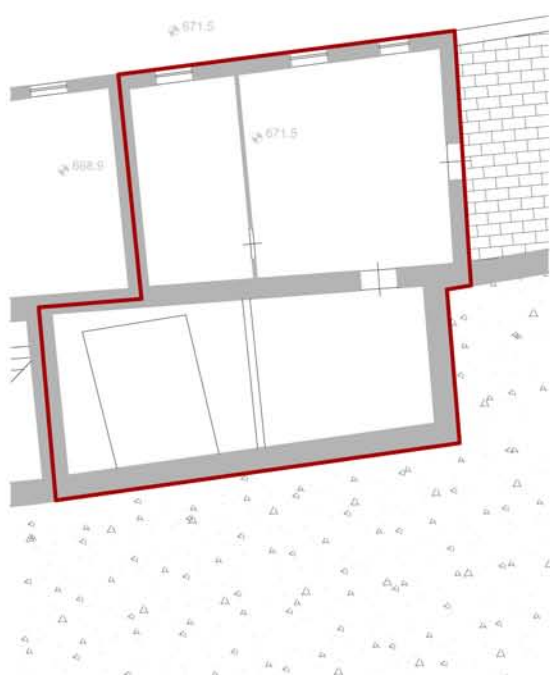
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA DUE CELLULE SOLO AL PIANO TERRA POICHÉ I LIVELLI SUPERIORI FANNO PARTE DELL'UNITÀ ABITATIVA N. 21. LA STRUTTURA RISULTA IN STATO DI ABBANDONO E MOLTE APERTURE SONO PRIVE DI INFISSI O MURATE.



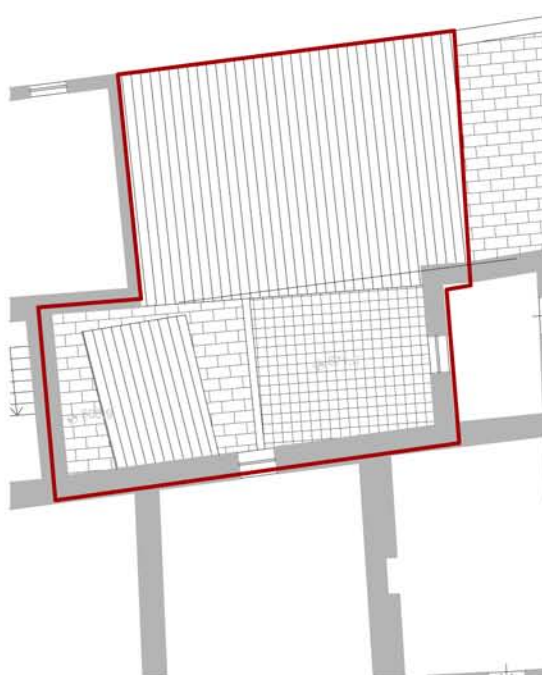
SCALA 1:500



PROSPETTO SULLA VALLATA (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 671.1)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 683.2)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M



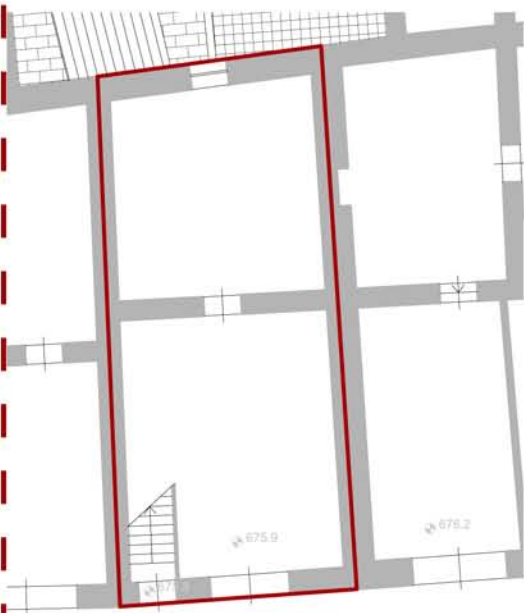
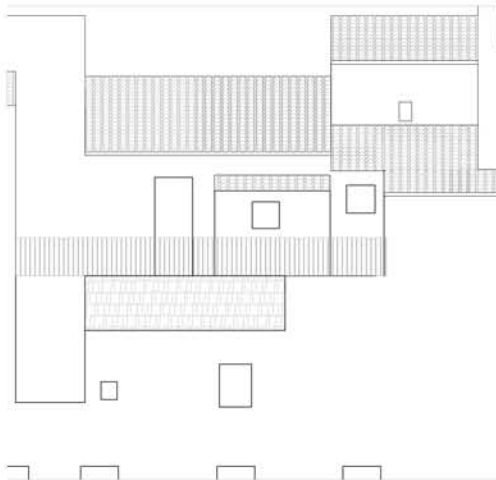
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA DUE CELLULE AL PRIMO E AL TERZO LIVELLO CHE SI RADDOPPIANO AL SECONDO E AL QUARTO. IL FRONTE PRINCIPALE SU VIA MISERICORDIA NON PRESENTA UN'UNICA ALTEZZA ED È CARATTERIZZATO DA UNA FINITURA D'INTONACO GIALLO-ARANCIO. AL PIANO TERRA SI RIPETE IL SISTEMA DEL DOPPIO INGRESSO SECONDO LO SCHEMA EVOLUTIVO DELLA CELLULA ABITATIVA BASE DESCRITTO NEL PARAGRAFO 3.1.



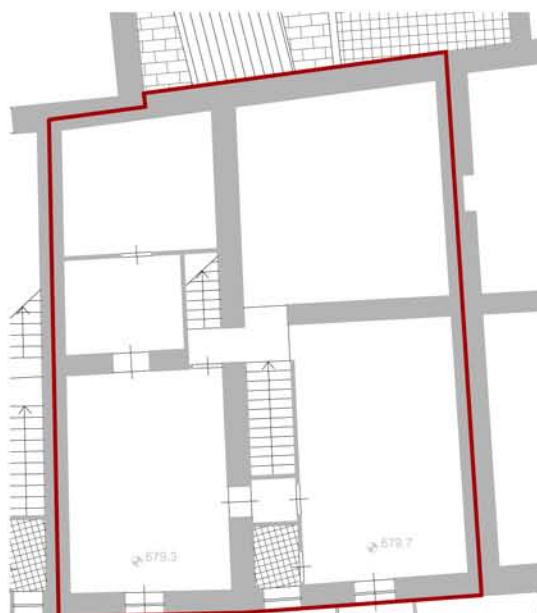
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



PROSPETTO SULLA VALLATA (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 677.9)

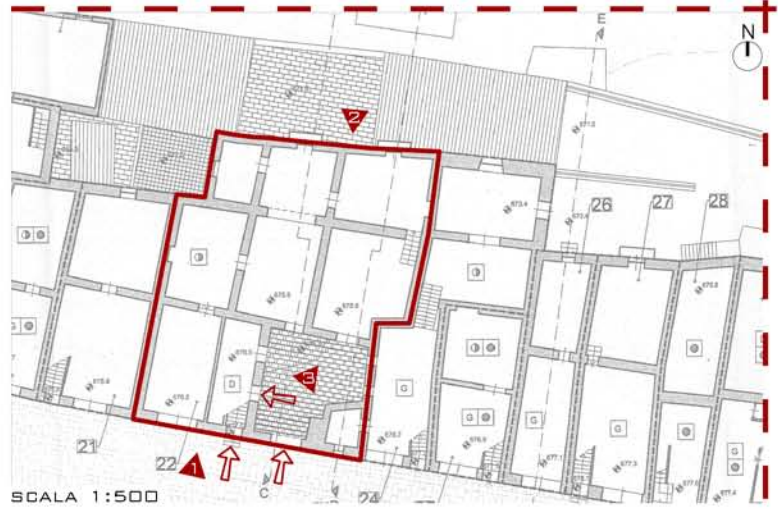


PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 681.2)





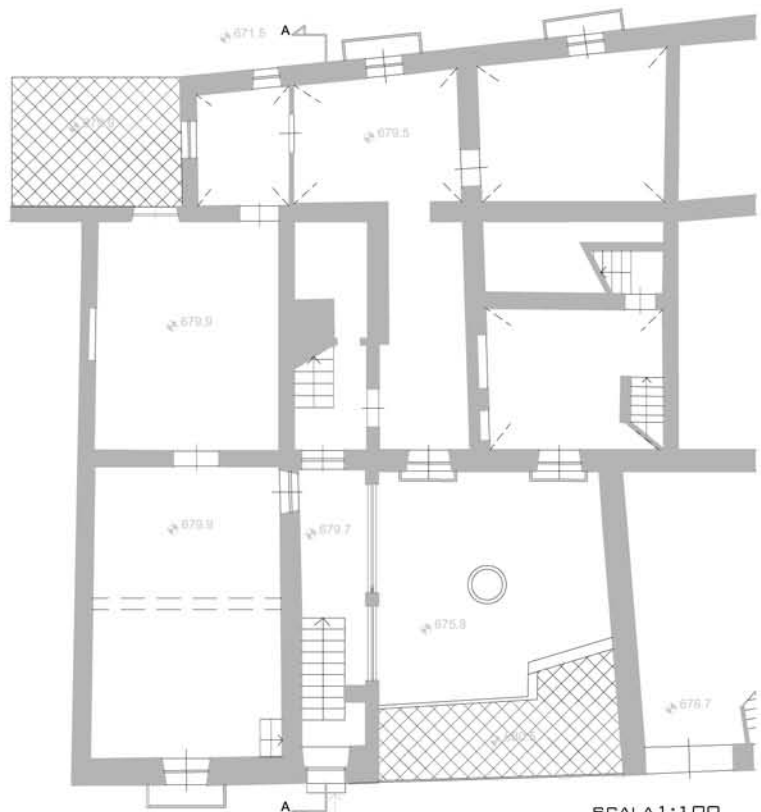
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA VARIE UNITÀ CHE SI ARTICOLANO ALL'INTERNO DELLA STECCA DELL'ISOLATO SU CINQUE PROSPETTI. IL PRINCIPALE SU VIA MISERICORDIA, UNO SECONDARIO SULLA VALLATA E TRE ALL'INTERNO DELLA CORTE DALLA QUALE SI ACCEDE ALL'EDIFICIO. IL PROSPETTO PRINCIPALE SU VIA MISERICORDIA È AFFIANCATO DA UNA CORTE A CUI SI ACCEDE ATTRAVERSO UN'APERTURA AD ARCO SULLA CUI CHIAVE È INCISA LA DATA 1869. DI TUTTO L'ISOLATO QUESTA UNITÀ RISULTA ESSERE QUELLA CHE CONSERVA, ALMENO IN PARTE, I SUOI CARATTERI STORICO-ARTISTICI.



PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



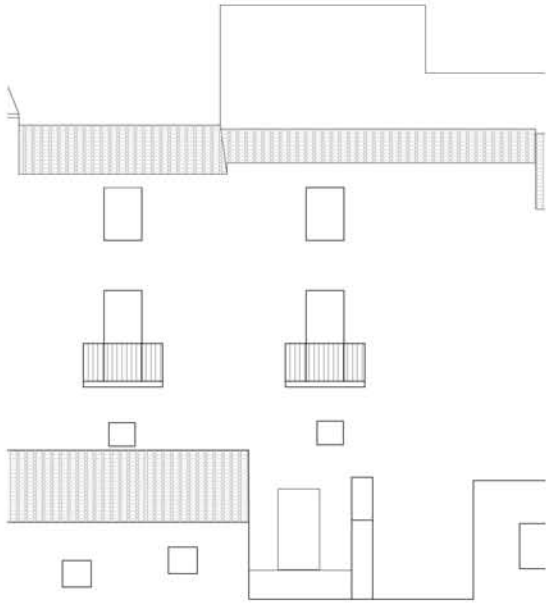
PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 677.3)



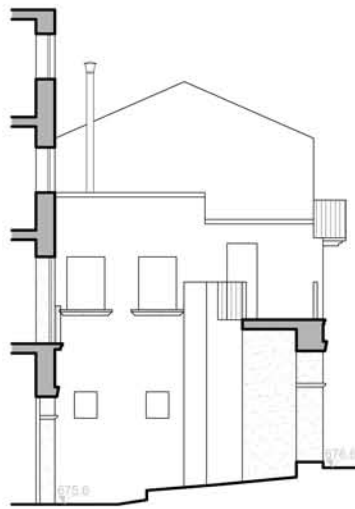
PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 680.9)



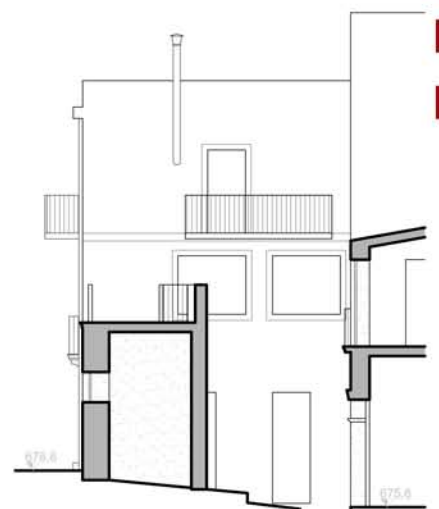
PROSPETTO OVEST SULLA CORTE (1999)



PROSPETTO SULLA VALLATA (2011)



PROSPETTO EST SULLA CORTE (2011)

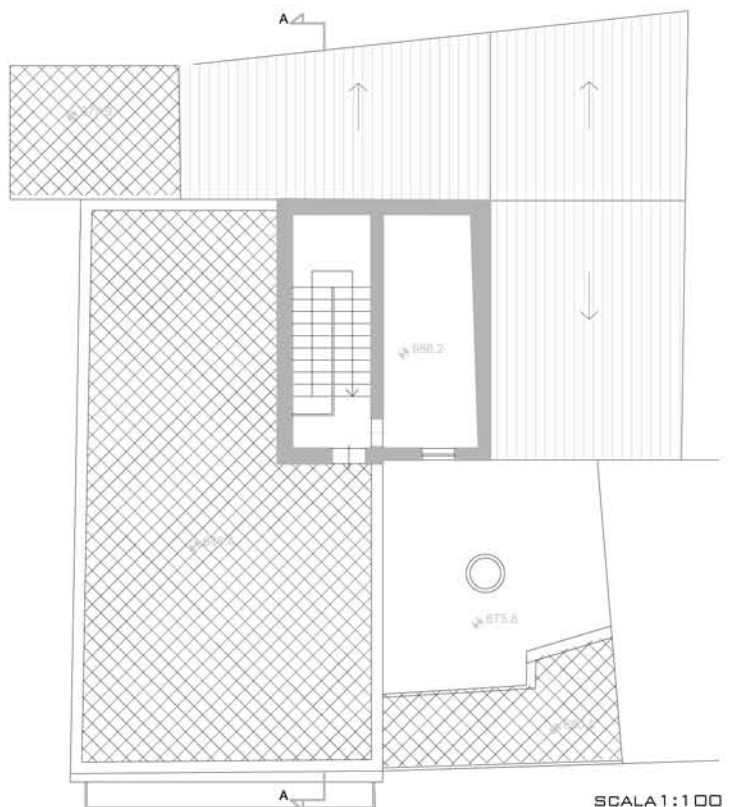


PROSPETTO OVEST SULLA CORTE (2011)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 684.0)

SCALA 1:100



PIANTA SQUARTO LIVELLO (QUOTA 687.2)

SCALA 1:100

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M





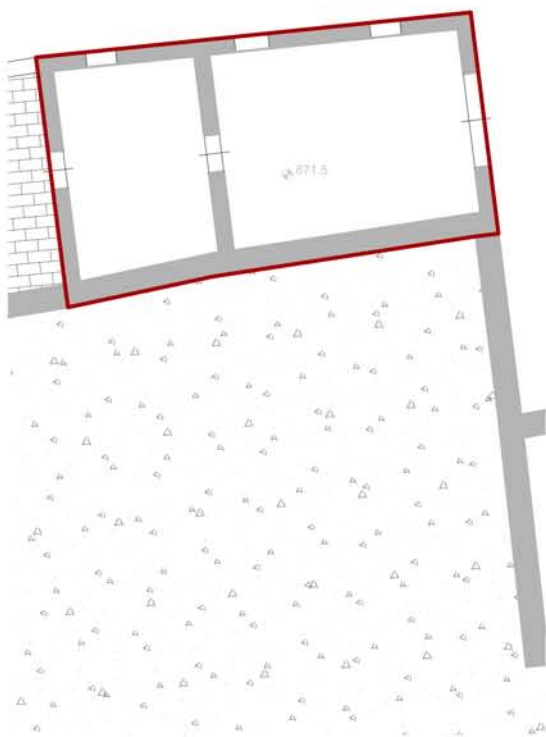
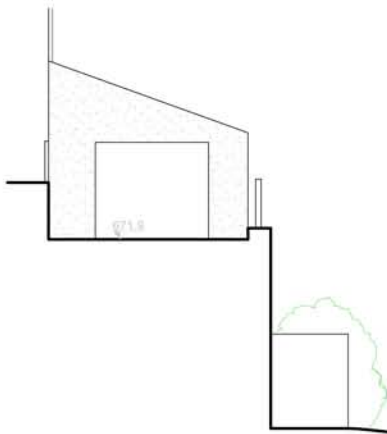
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA DUE CELLULE, AD UN SOLO LIVELLO, POSTE PARALLELAMENTE ALLA VALLATA. L'EDIFICIO E' ADIBITO A DEPOSITO E L'ACCESSO AVVIENE AD UNA QUOTA PIU' BASSA DEL LIVELLO STRADALE.



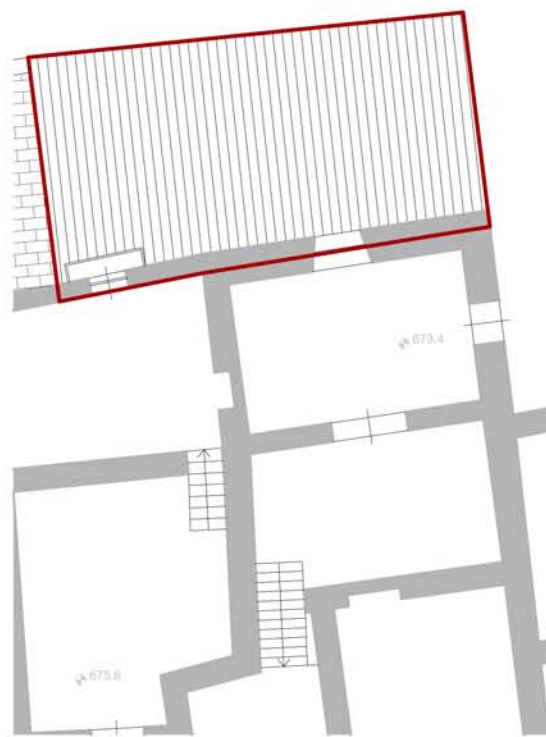
PROSPETTO SOTO IL LIVELLO STRADALE  
COSTA S.FRANCESCO(2011)



PROSPETTO SULLA VALLATA (2011)



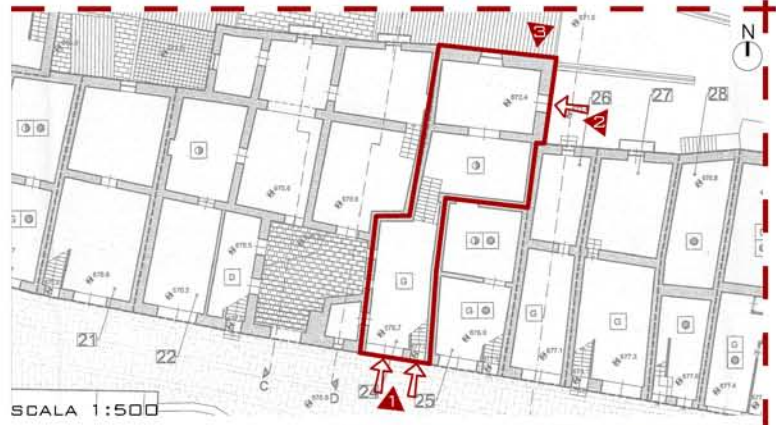
PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 672.6)



PIANTA COPERTURA (QUOTA 676.9)

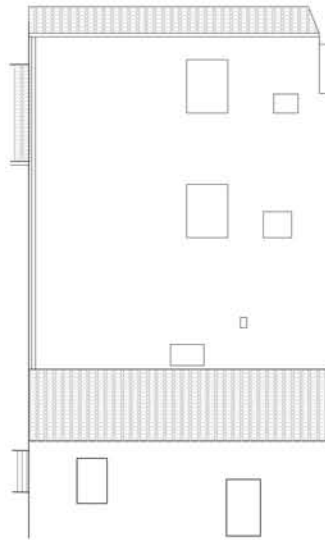


UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA VARIE UNITÀ CHE SI ARTICOLANO ALL'INTERNO DELLA STECCA DELL'ISOLATO SU QUATTRO PROSPETTI. IL PRINCIPALE SU VIA MISERICORDIA, UNO SECONDARIO SULLA COSTA S. FRANCESCO, UNO SULLA VALLATA E UN QUARTO ALL'INTERNO DELLA CORTE POSTA SUL FRONTE OVEST DELL'EDIFICIO. SU TUTTI I FRONTI L'UNITÀ ABITATIVA RISULTA DISTINGUIBILI PER VIA DELLA FINITURA UNICA DEI PROSPETTI REALIZZATA CON INTONACO ROSA\*ARANCIO.



PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)

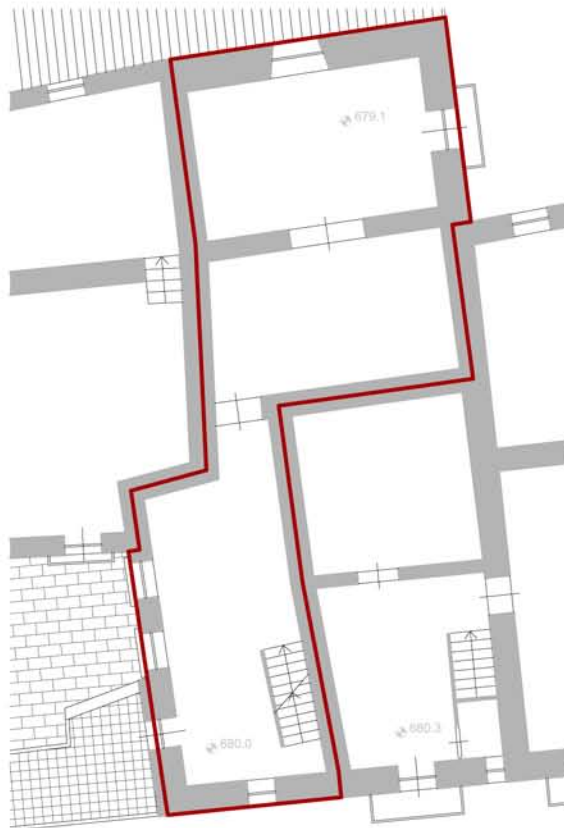
PROSPETTO SU COSTA S.FRANCESCO (2011)



PROSPETTO SULLA VALLATA (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 676.2)

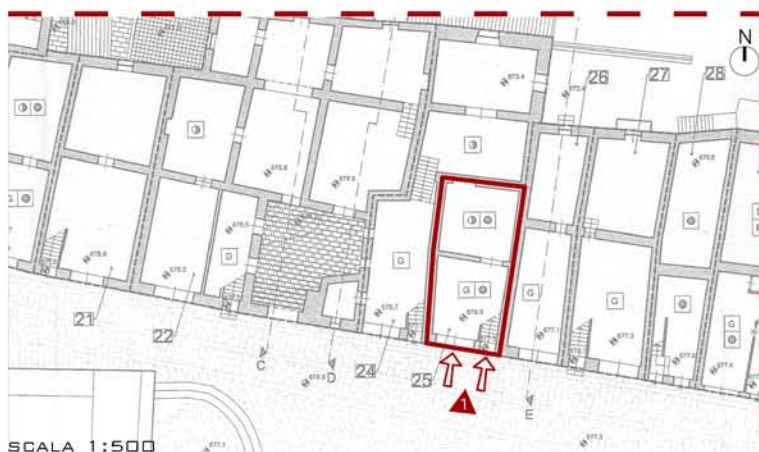


PIANTA CSECONDOD LIVELLO (QUOTA 679.7)

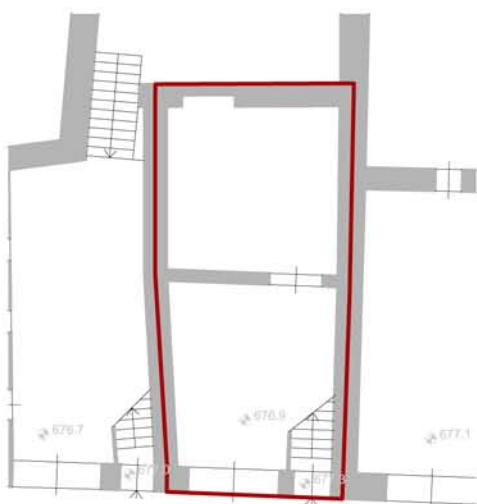


UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA DUE CELLULE CON AFFACCIO SOLO SULLA VIA MISERICORDIA. IL VANDO RETROSTANTE A QUELLO SUL FRONTE PRINCIPALE RISULTA PRIVO DI APERTURE PER L'ILLUMINAZIONE E AERAZIONE DIRETTA. AL PIANO TERRA SI RIPETE IL SISTEMA DEL DOPPIO INGRESSO SECONDO LO SCHEMA EVOLUTIVO DELLA CELLULA ABITATIVA BASE DESCRITTO NEL PARAGRAFO 3.1. A SEGUITO DELLA SOPRELEVAZIONE IL PIANO TERRA VIENE TRASFORMATO IN GARAGE.

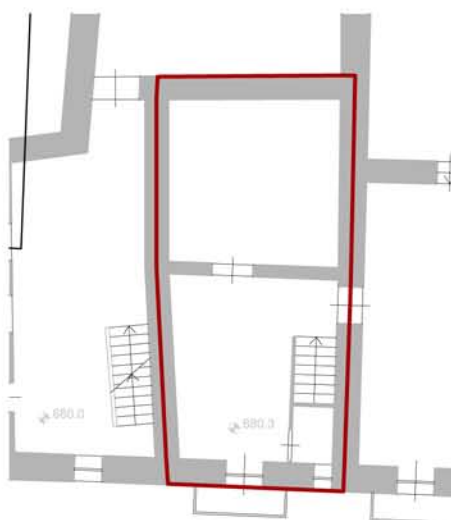
## UNITÀ EDILIZIA 25



PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 676.2)

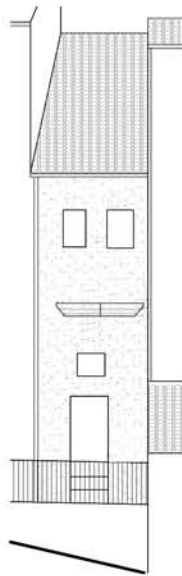
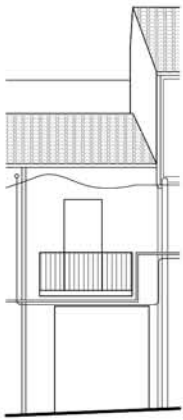
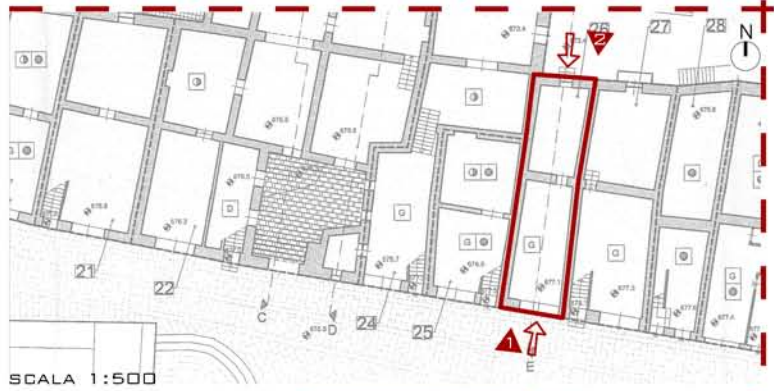


PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 679.7)





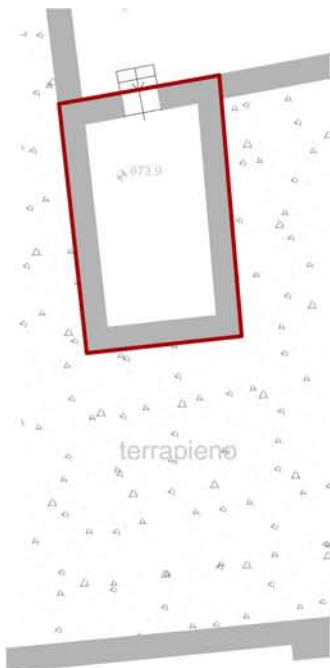
L'UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA DUE CELLULE CHE ATTRAVERSANO TRASVERSALMENTE L'INTERA STECCA DELL'ISOLATO. SUL FRONTE S. FRANCESCO ALL'EDIFICIO SI ACCOSTA PERPENDICOLARMENTE L'UNITÀ ABITATIVA N. 24 E LA STRADA PRIVATA CHE COSTEGGIA L'ISOLATO SU QUESTO FRONTE SI INTERROMPE E LE GLI EDIFICI ADIACENTI SI AFFACCIANO DIRETTAMENTE SULLA VALLATA.



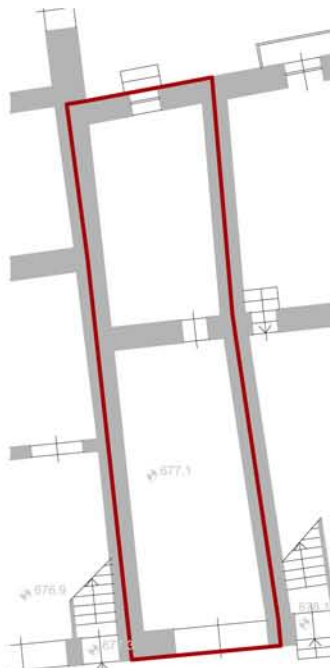
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



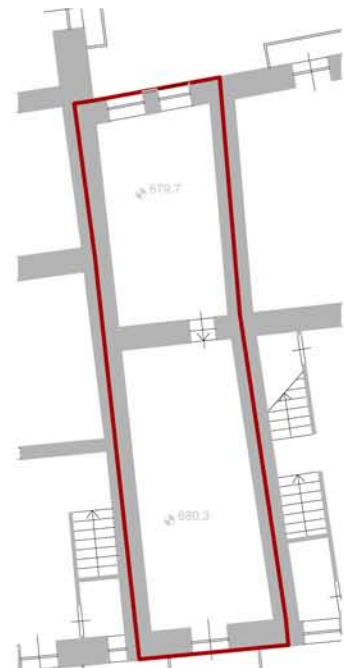
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 674.4)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 679.1)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 682.5)

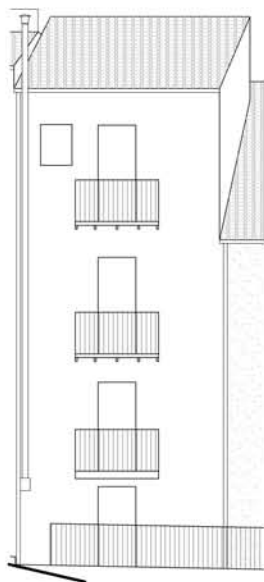
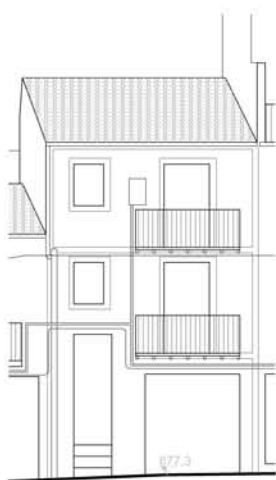


UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA DUE CELLULE CHE ATTRAVERSANO TRASVERSALMENTE L'INTERA STECCA DELL'ISOLATO. SUL FRONTE S. FRANCESCO L'EDIFICIO RAGGIUNGE SU VIA MISERICORDIA PRESENTA IL SISTEMA DEL DOPPIO INGRESSO SECONDO LO SCHEMA EVOLUTIVO DELLA CELLULA ABITATIVA BASE DESCRITTO NEL PARAGRAFO 3.1. A SEGUITO DELLA SOPRELEVAZIONE DEI LIVELLI SUPERIORI, IL PIANO TERRA VIENE TRASFORMATO IN GARAGE.

## UNITÀ EDILIZIA 27



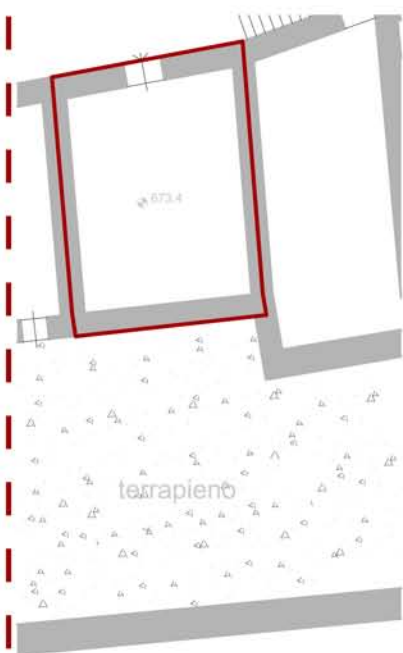
SCALA 1:500



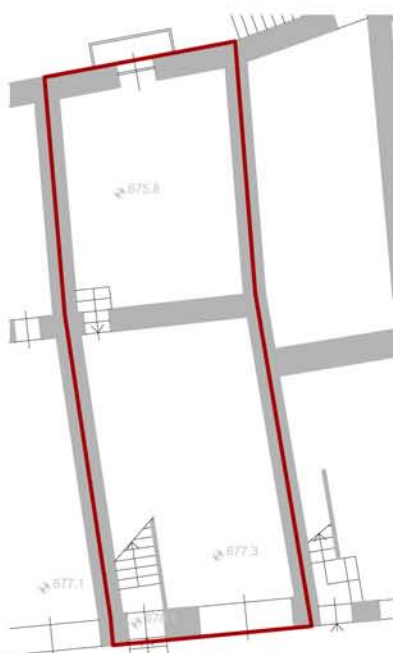
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



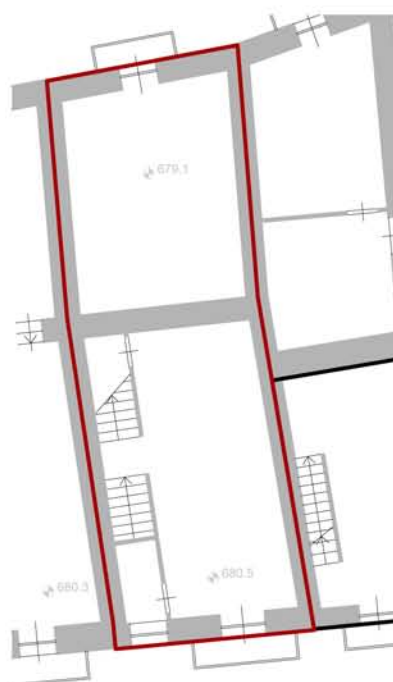
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 674.4)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 679.1)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 682.5)

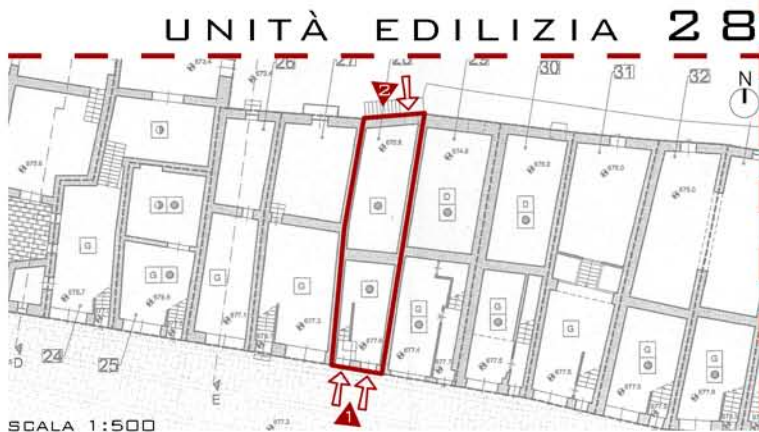
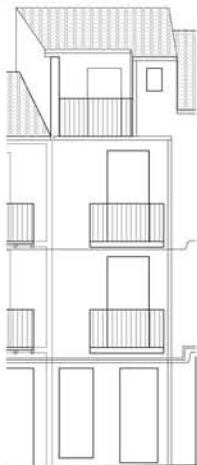
SCALA 1:200 0 1 2 4 5M



UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLULA UNICA SUL FRONTE S. FRANCESCO AD UNA QUOTA RIALZATA RISPETTO AL PIANO STRADALE. ALL'UNITÀ ABITATIVA SI ACCEDE ATTRAVERSO UNA RAMPA DI SCALE ESTERNA. SUL FRONTE DI VIA MISERICORDIA L'EDIFICIO RISPONDE ALLA TIPOLOGIA "A TORRE" POICHÉ LA SUA ALTEZZA RAGGIUNGE I 12 METRI PUR AVENDO UN FRONTE DI POCO PIÙ DI 3 METRI.



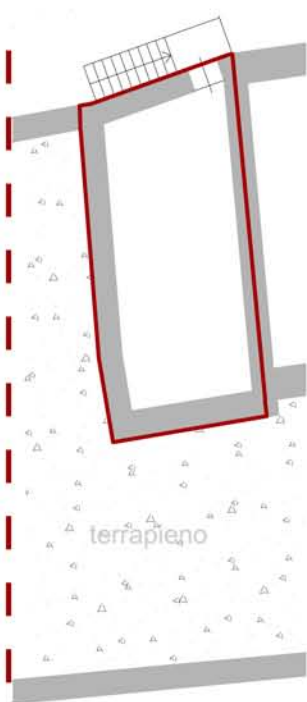
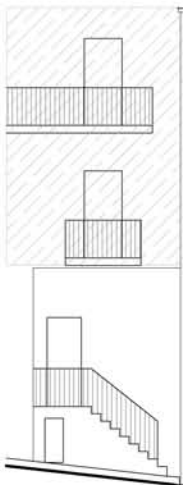
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



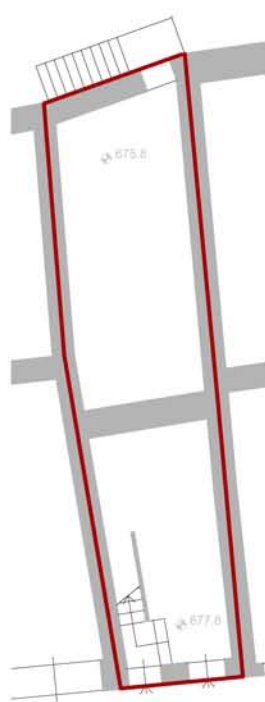
SCALA 1:500



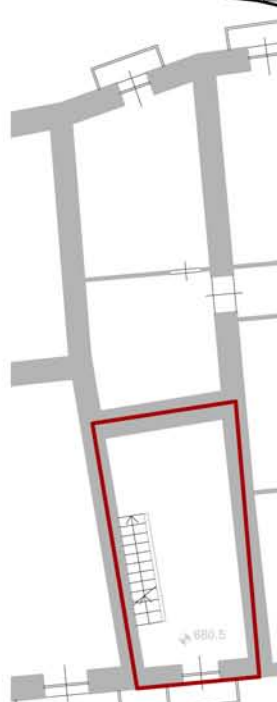
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO  
(QUOTA 676.9)



PIANTA SECONDO LIVELLO  
(QUOTA 679.1)



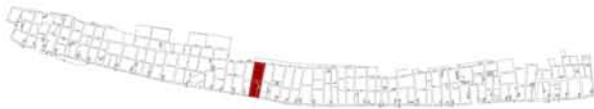
PIANTA TERZO LIVELLO  
(QUOTA 682.5)



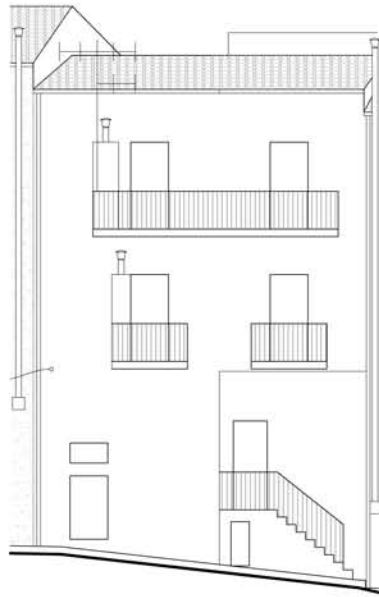
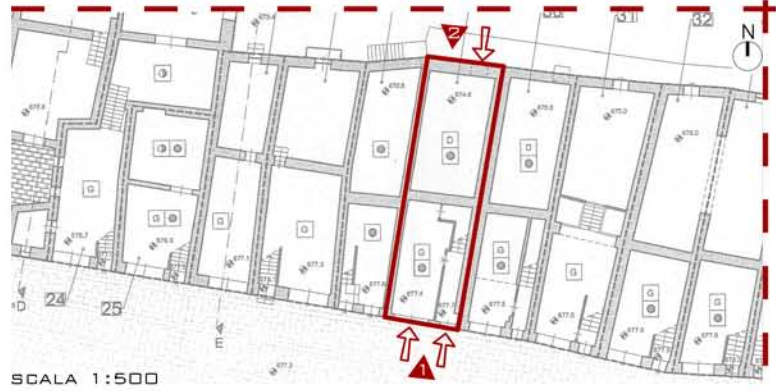
PIANTA QUARTO LIVELLO  
(QUOTA 685.3)

SCALA 1:200





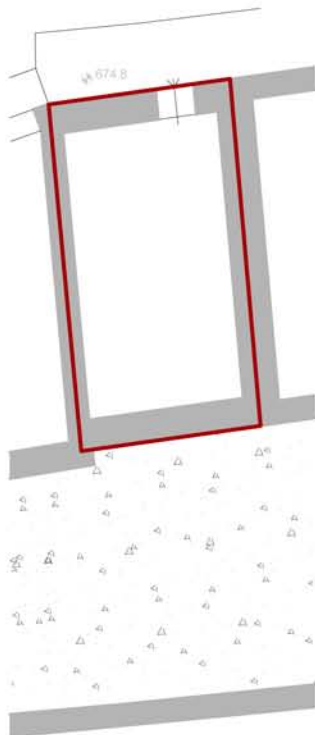
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA PIÙ CELLULE CHE ATTRAVERSANO TUTTA LA STECCA DELL'ISOLATO SU QUATTRO LIVELLI. UN SINGOLO VANO È PRESENTE SOLO AL PIANO TERRA SUL FRONTE S. FRANCESCO MENTRE PER GLI ALTRI TRE LIVELLI IL PROSPETTO SI ESTENDE PER DUE UNITÀ. UN CORPO SCALA A DOPPIA RAMPA È POSTO AL CENTRO DELLA STECCA PER LA DISTRIBUZIONE AI VARI AMBIENTI SUI DIVERSI LIVELLI.



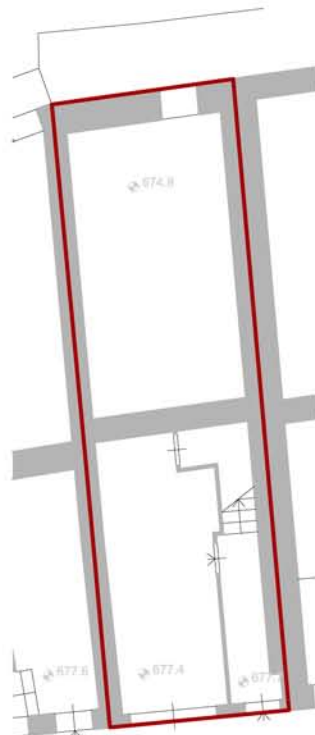
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



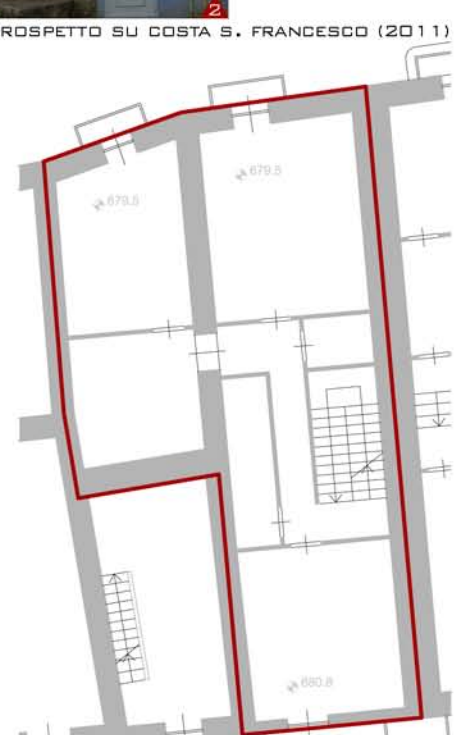
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 676.9)

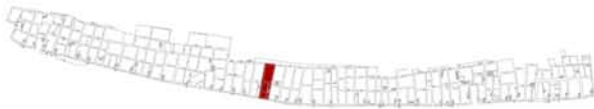


PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 679.1)

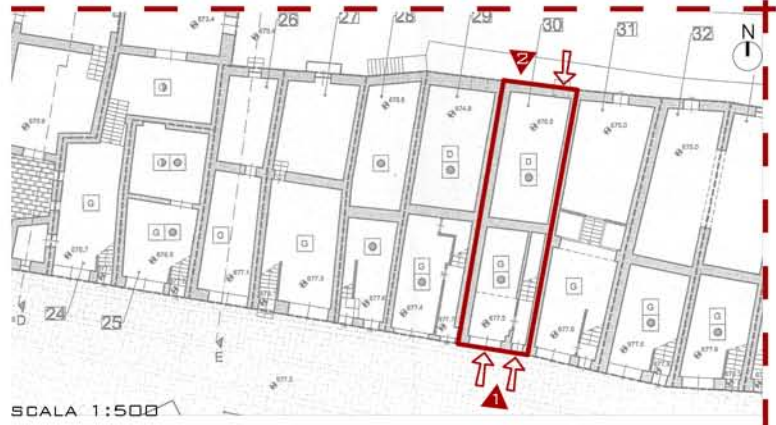


PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 682.5)

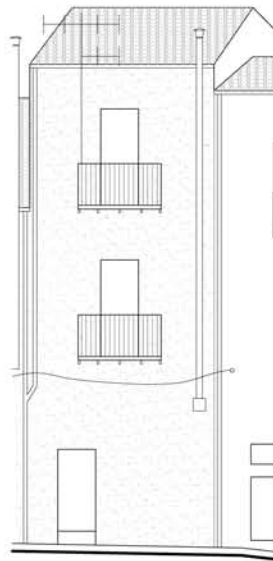
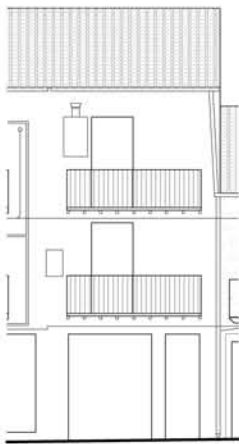




UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA DUE E CELLULE CHE ATTRAVERSANO TRASVERSALMENTE LA STECCA DELL'ISOLATO SU TRE LIVELLI. IL PROSPETTO PRINCIPALE SU VIA MISERICORDIA PRESENTA IL SISTEMA DEL DOPPIO INGRESSO SECONDO LO SCHEMA EVOLUTIVO DELLA CELLULA ABITATIVA BASE DESCRITTO NEL PARAGRAFO 3.1. A SEGUITO DELLA SOPRELEVAZIONE DEI LIVELLI SUPERIORI, IL PIANO TERRA VIENE TRASFORMATO IN GARAGE.



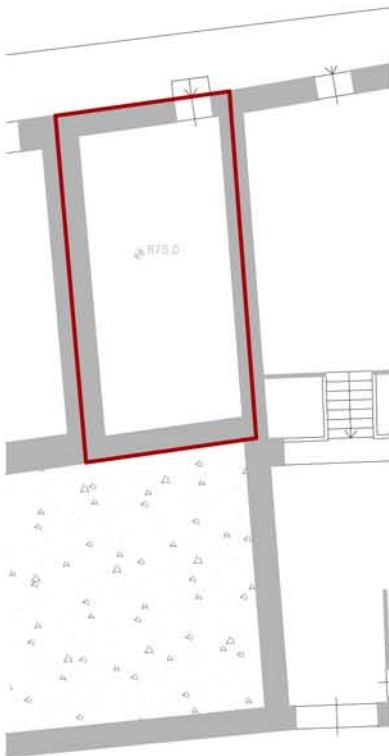
SCALA 1:500



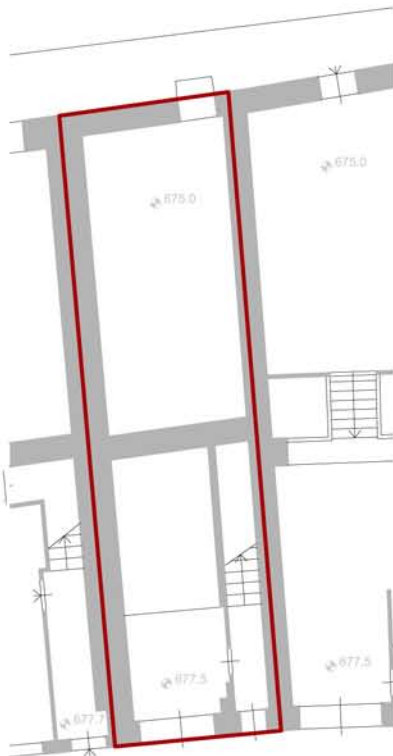
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



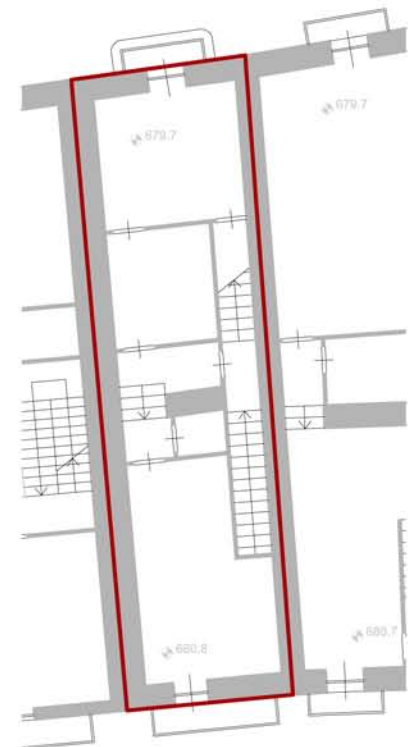
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 676.9)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 679.1)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 682.5)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M



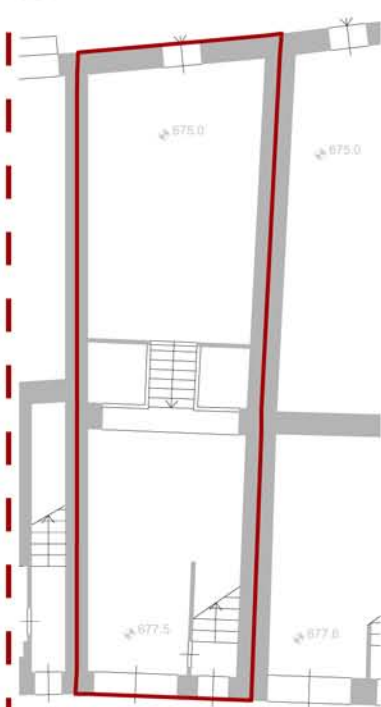
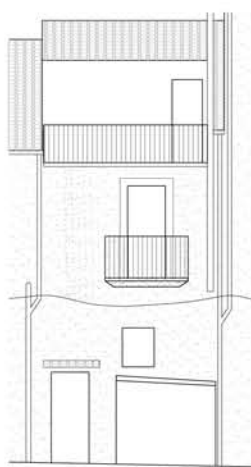
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA DUE E CELLE CHE  
ATTRAVERSANO TRASVERSALMENTE LA STECCA  
DELL'ISOLATO. IL CONFRONTO FOTOGRAFICO MOSTRA  
MOLTE MODIFICHE EFFETTUATE NELL'ULTIMO DECENNIO  
SU ENTRAMBI I PROSPETTI. QUELLI PIÙ RILEVANTI  
RIGUARDANO LA SOSTITUZIONE DI TUTTI GLI INFISSI  
SUL FRONTE PRINCIPALE DI VIA MISERICORDIA E LA  
RIMOZIONE DI UNA FINESTRA POSTA AL SECONDO  
LIVELLO. IL FRONTE S. FRANCESCO È STATO  
SOPRELEVATO DI UN LIVELLO.



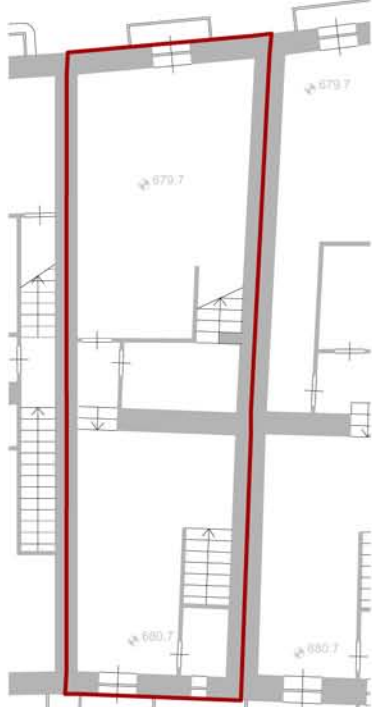
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011-1999)



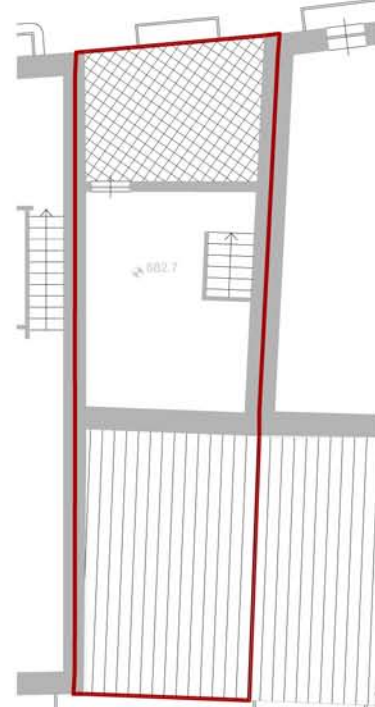
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011-1999)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 679.1)

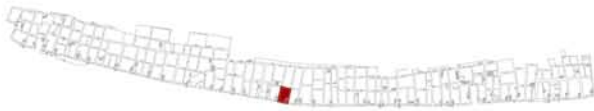


PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 682.5)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 685.3)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M



UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLULA AL PIANO TERRA CON PROSPETTO SOLO SU VIA MISERICORDIA E DA DUE CELLULE CHE ATTRAVERSANO TRASVERSALMENTE LA STECCA DELL'ISOLATO AL SECONDO LIVELLO. SUL FRONTE S. FRANCESCO IL PROSPETTO È COMPOSTO DA UN UNICO LIVELLO, IL SECONDO. UNA CALDAIA POSTA ALL'ESTERNO EVIDENZIA LA PRESENZA DI UN IMPIANTO DI RISCALDAMENTO.



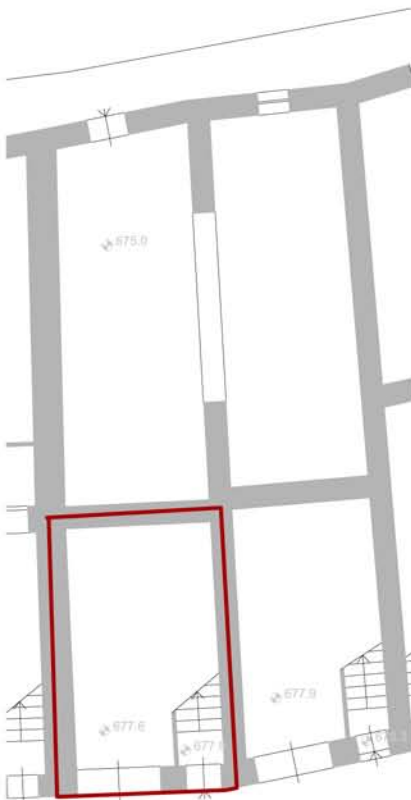
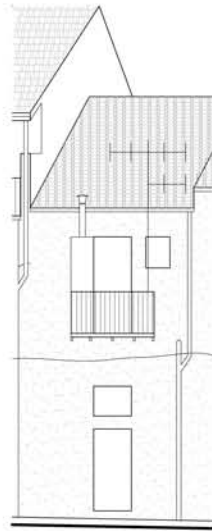
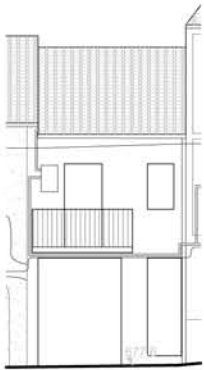
SCALA 1:500



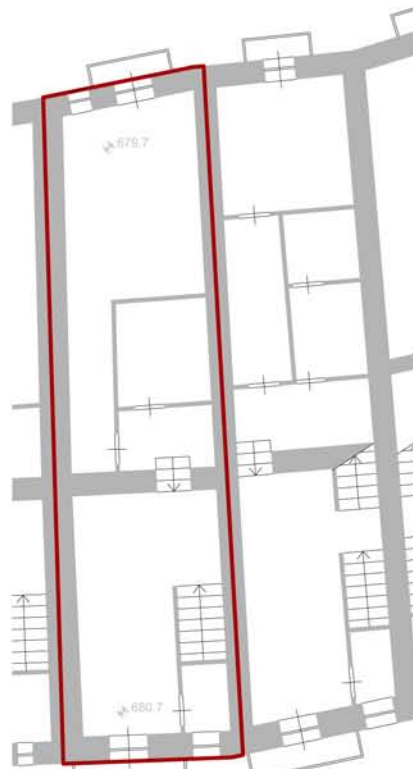
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 679.1)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 681.3)

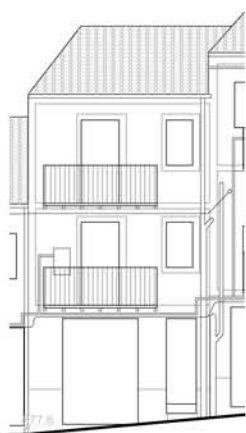
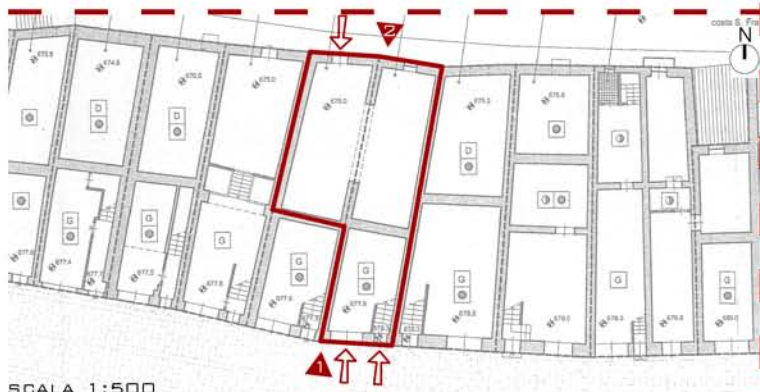
SCALA 1:200 0 1 2 4 5M





UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA DUE CELLULE AFFIANCATE AL PIANO TERRA E CHE ATTRAVERSANO TRASVERSALMENTE LA STECCA DELL'ISOLATO. I PROSPETTI SU ENTRAMBI I FRONTI RAGGIUNGONO DELLE RILEVANTI ALTEZZE DI CIRCA 11-13 METRI. L'INGRESSO AL PIANO TERRA DAL FRONTE S. FRANCESCO È IMPEDITO DA OGGETTI VARI, PIANTE E TRONCHI DI LEGNO DEPOSITATI SUL PROSPETTO.

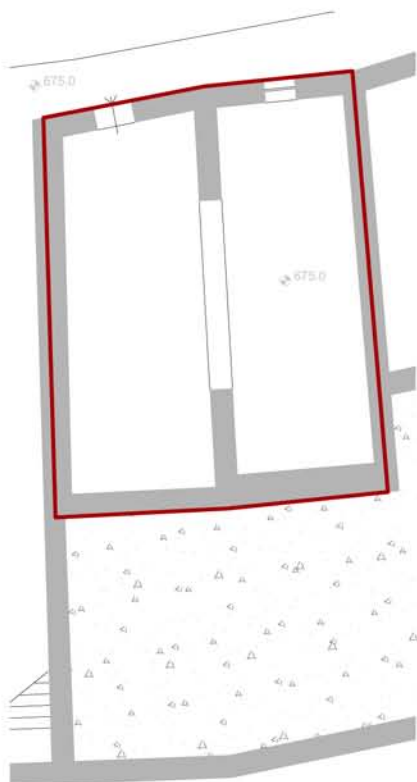
## UNITÀ EDILIZIA 33



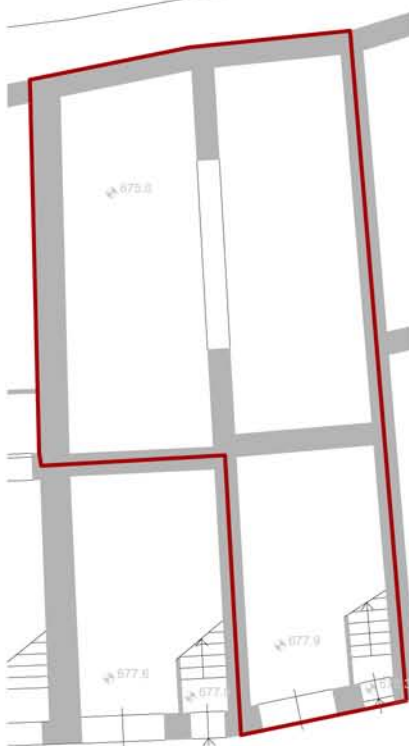
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



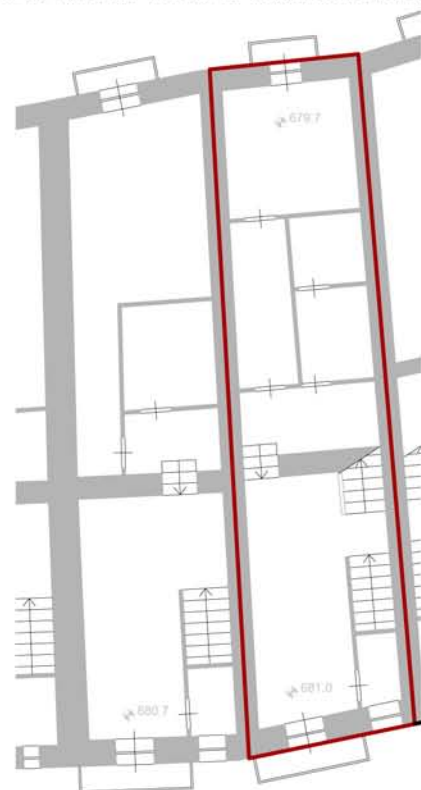
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 677.2)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 679.1)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 681.3)

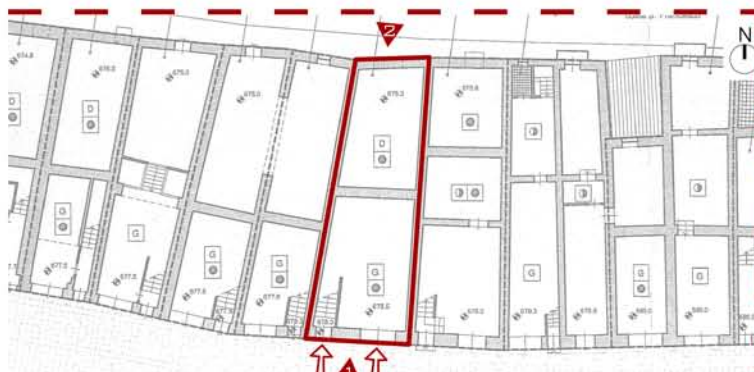
SCALA 1:200 0 1 2 4 5M





UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA DUE CELLULE CHE  
 ATTRAVERSANO TRASVERSALMENTE LA STECCA  
 DELL'ISOLATO. DAL CONFRONTO FOTOGRAFICO EMERGE  
 COME SUL PROSPETTO SULLA COSTA S. FRANCESCO  
 IL BALCONE AL SECONDO LIVELLO SIA STATO  
 ALLARGATO ED E' STATA ELIMINATA LA CALDAIA  
 PRESENTE AL TERZO LIVELLO.

# UNITÀ EDILIZIA 34



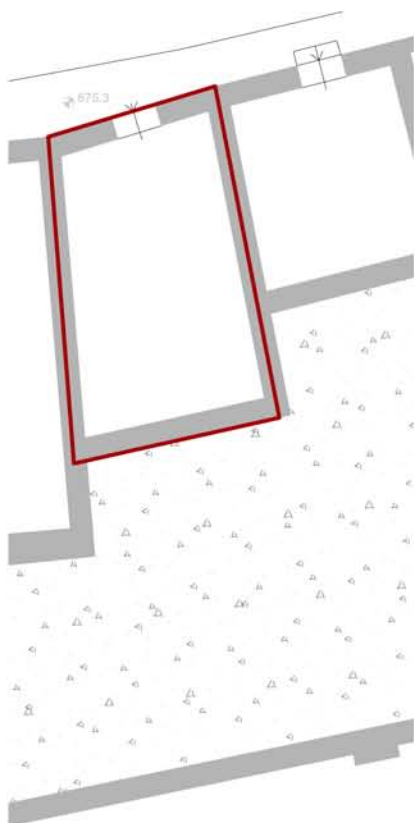
SCALA 1:500



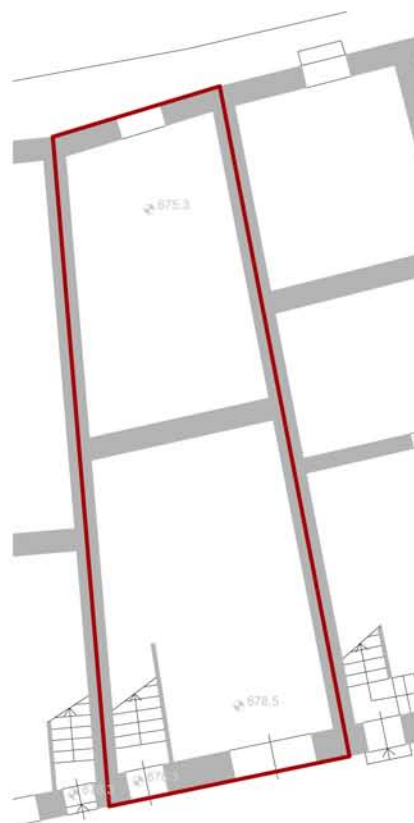
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



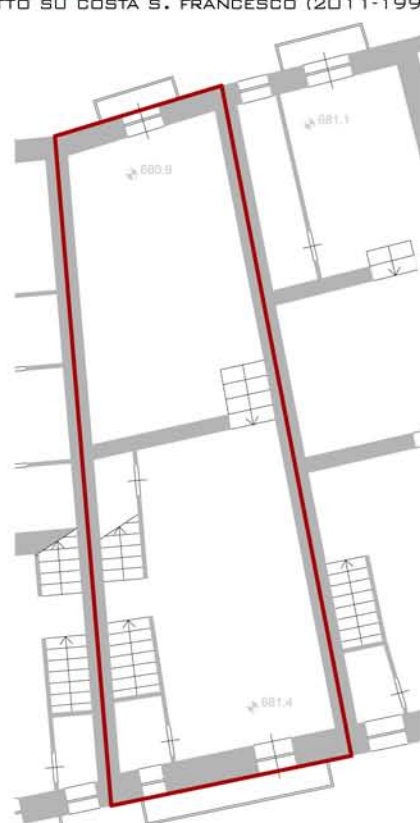
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011-1999)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 676.9)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 680.5)



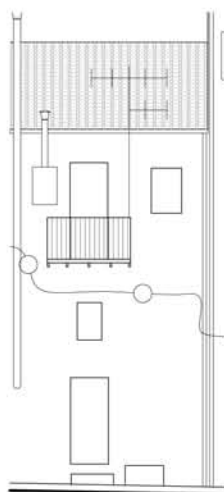
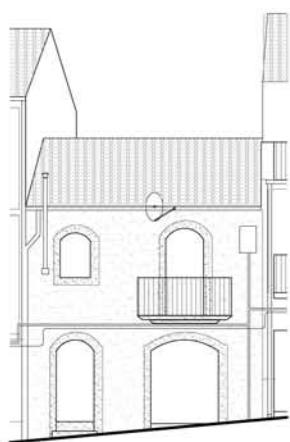
PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 683.9)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M



UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA TRE CELLULE DI CUI CHE ATTRAVERSANO TRASVERSALMENTE LA STECCA DELL'ISOLATO. IL VANO CHE SI TROVA AL CENTRO RISULTA QUINDI PRIVO DI AERAZIONE E ILLUMINAZIONE DIRETTA. IL PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA PRESENTA DUE INGRESSI SECONDO LO SCHEMA EVOLUTIVO DESCRITTO NEL PARAGRAFO 3.1.

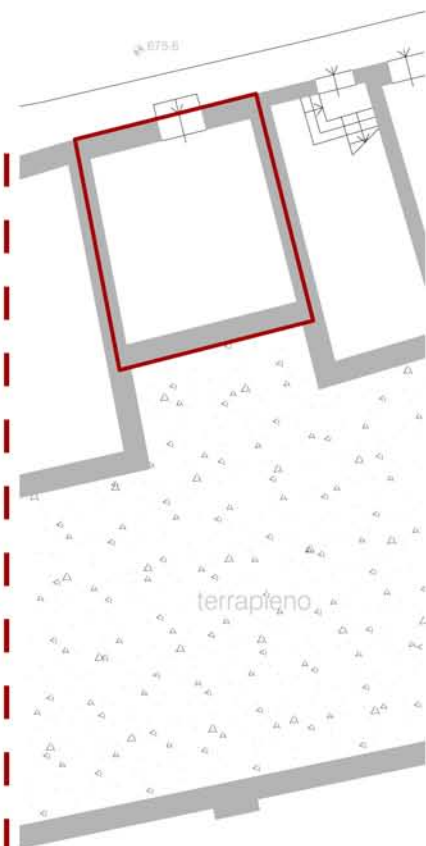
# UNITÀ EDILIZIA 35



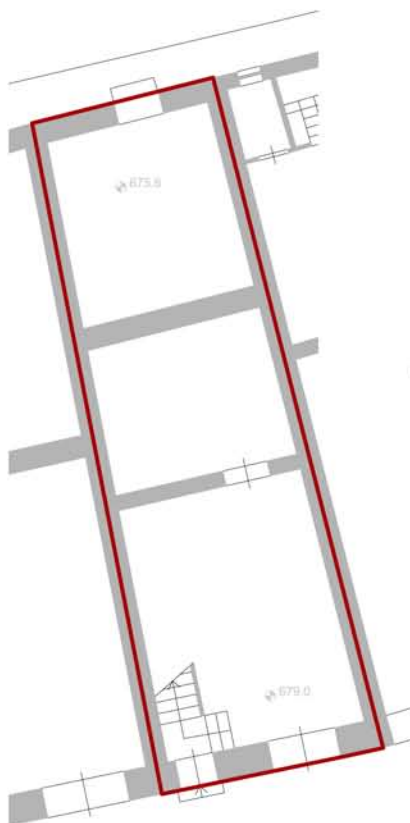
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



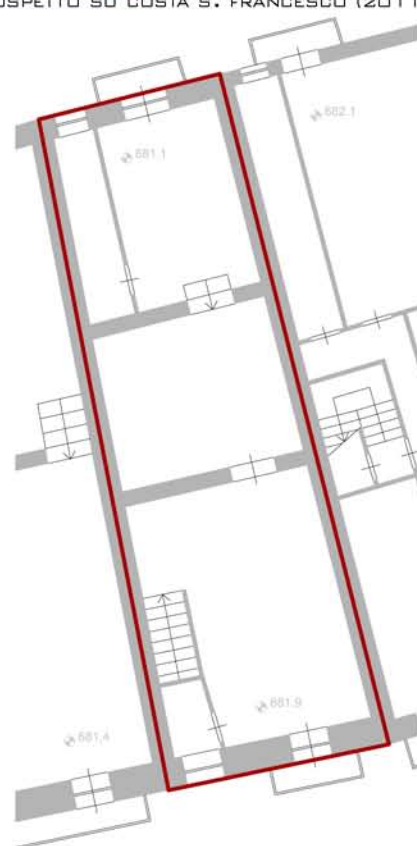
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 676.9)



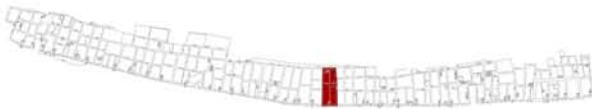
PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 680.5)



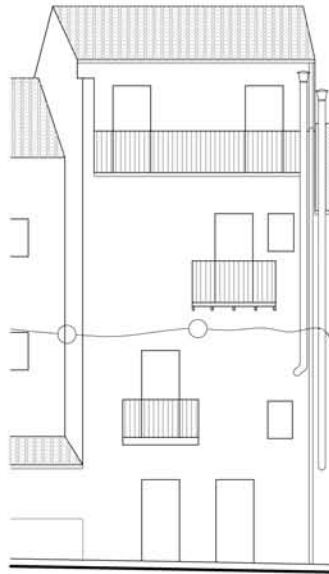
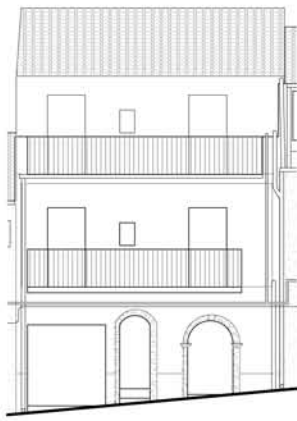
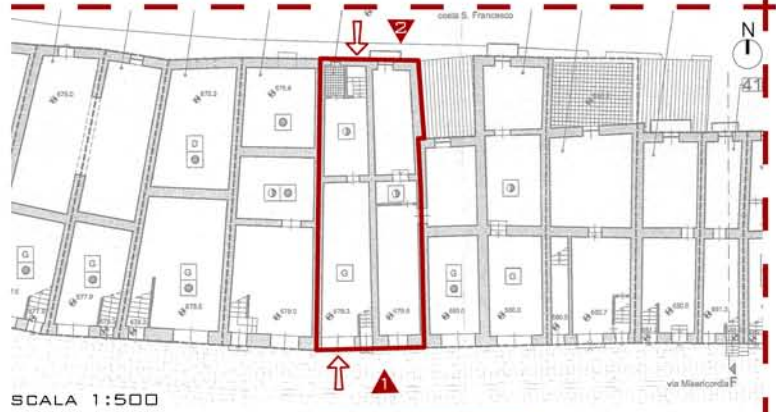
PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 683.6)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M





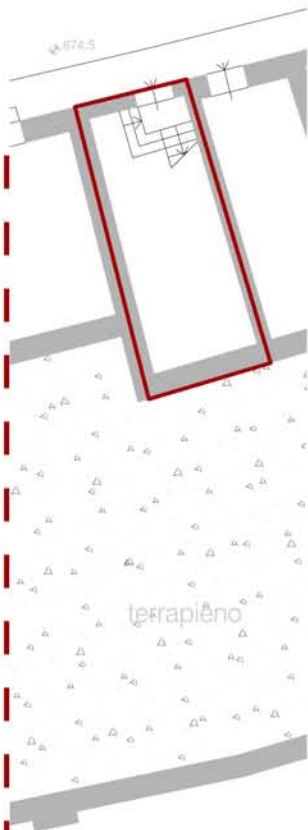
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA QUATTRO CELLULE CHE, AFFIANCATE A DUE A DUE, ATTRAVERSANO TRASVERSALMENTE LA STECCA DELL'ISOLATO. I VANI CHE SI TROVANO ALL'INTERNO DELLA STECCA RISULTANO QUINDI PRIVI DI AERAZIONE E ILLUMINAZIONE DIRETTA. L'EDIFICIO SI PRESENTA MOLTO ARTICOLATO IN PIANTA MENTRE I PROSPETTI SU ENTRAMBI I FRONTI RAGGIUNGONO DELLE RILEVANTI ALTEZZE DI CIRCA 13-15 METRI.



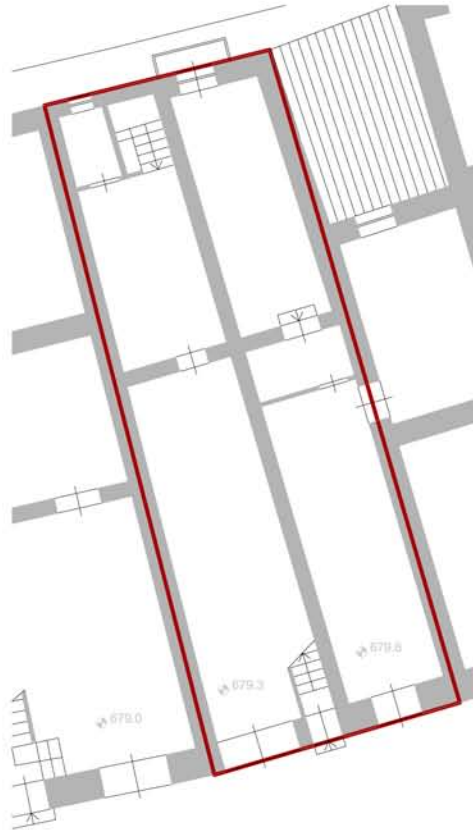
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



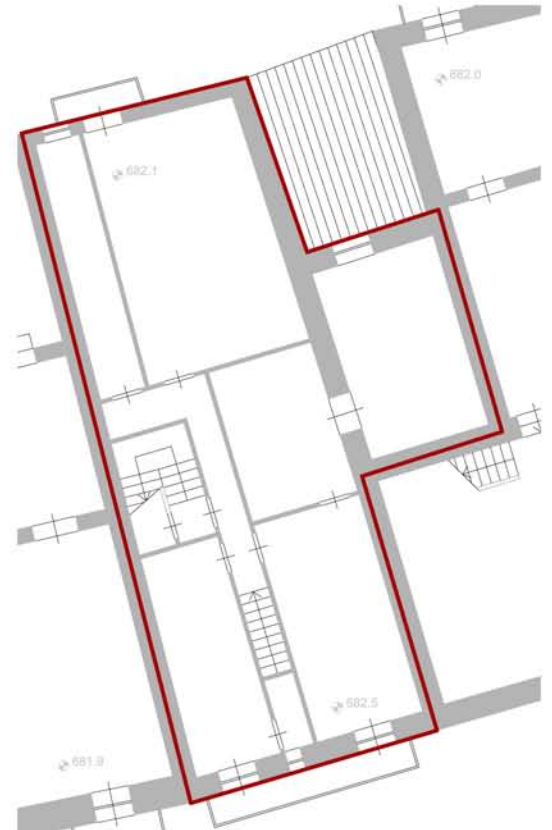
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 676.9)

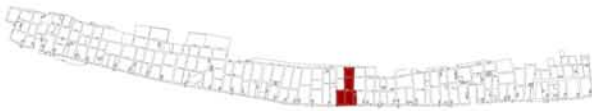


PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 681.3)

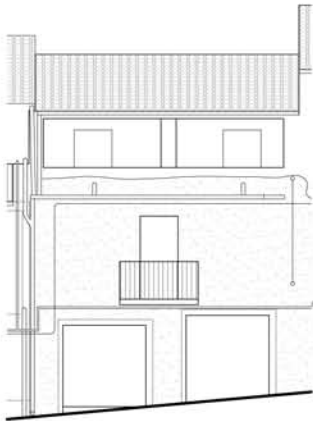
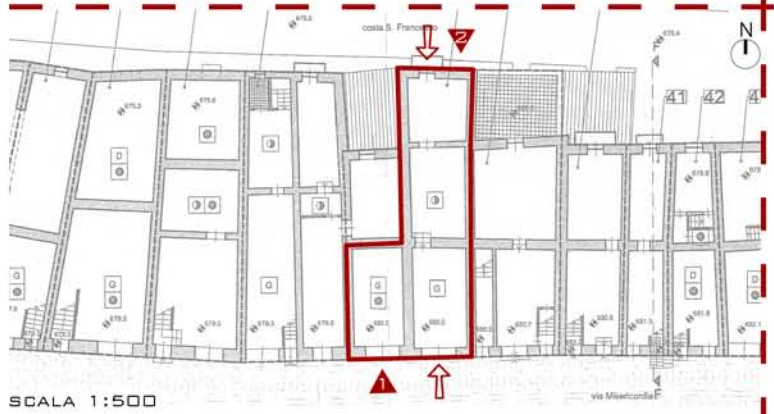


PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 683.6)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M



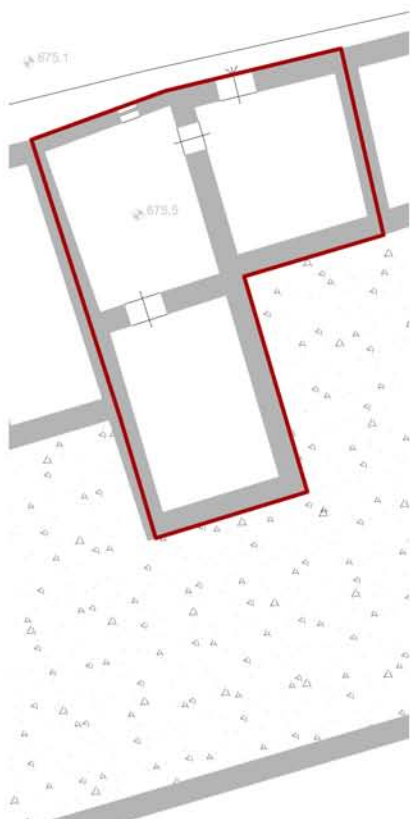
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA QUATTRO CELLULE DI CUI TRE IN SEQUENZA CHE ATTRAVERSANO TRASVERSALMENTE LA STECCA DELL'ISOLATO. IL VANDO CHE SI TROVA AL CENTRO RISULTA QUINDI PRIVO DI AERAZIONE E ILLUMINAZIONE DIRETTA. L'EDIFICIO SI PRESENTA MOLTO ARTICOLATO IN PIANTE MENTRE I PROSPETTI SU ENTRAMBI I FRONTI RAGGIUNGONO DELLE RILEVANTI ALTEZZE DI CIRCA 10-12 METRI.



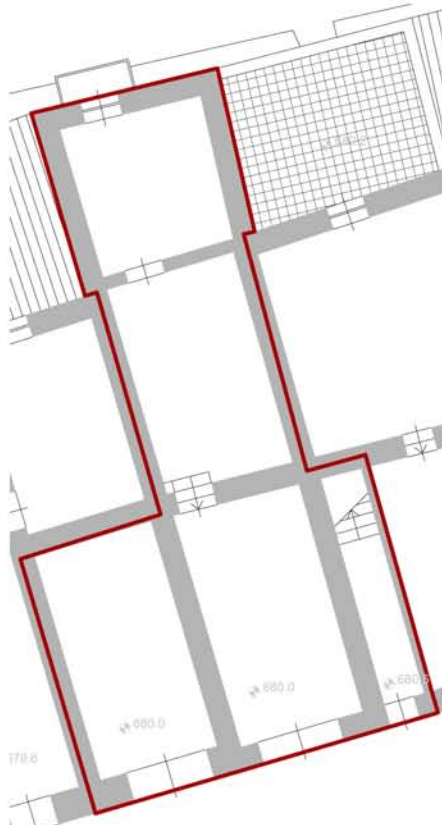
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



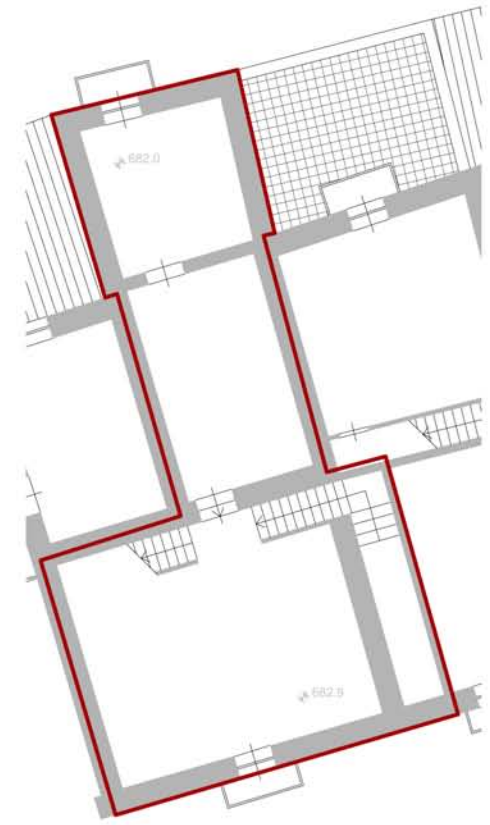
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 676.9)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 681.7)



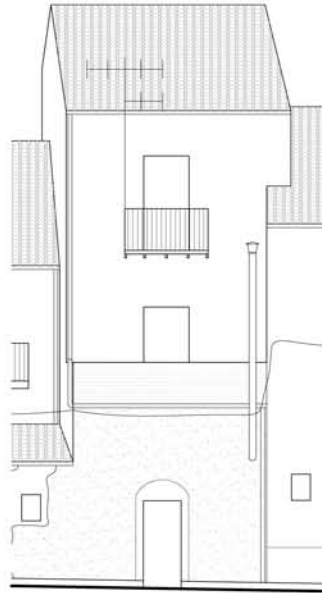
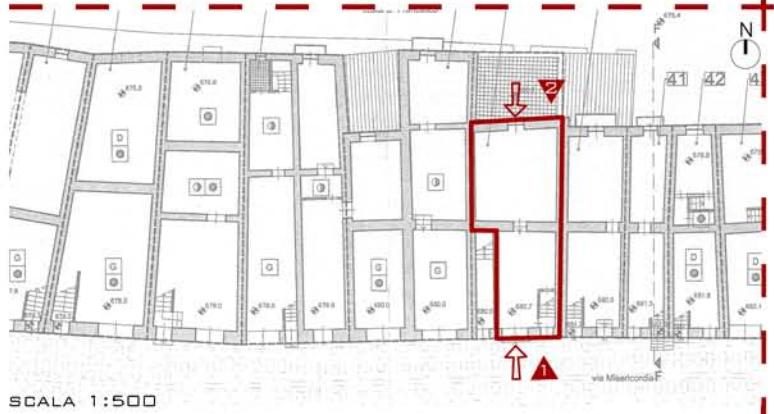
PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 683.6)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M





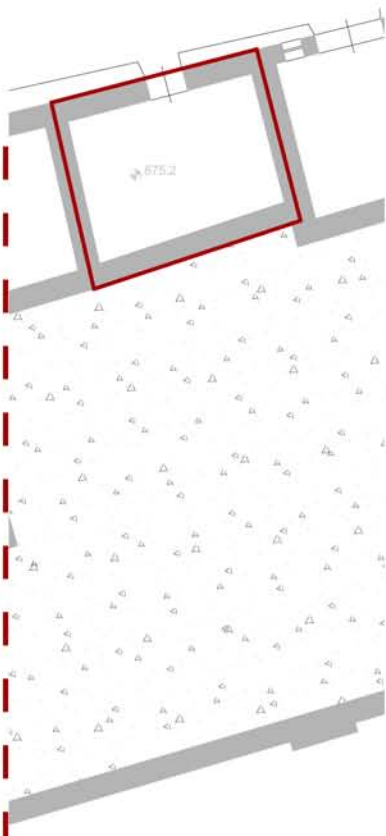
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA DUE CELLULE CON PROSPETTI SU ENTRAMBI I FRONTI. IL PRIMO LIVELLO È PRESENTE SOLO SUL LATO DELLA COSTA S. FRANCESCO POICHÉ IL PIANO STRADALE SI TROVA AD UNA QUOTA PIÙ BASSA. SUGLI ALTRI TRE LIVELLI GLI AMBIENTI INTERNI PRESENTANO APERTURE SU ENTRAMBI I PROSPETTI CON BUONE CONDIZIONI DI ILLUMINAZIONE E AERAZIONE.



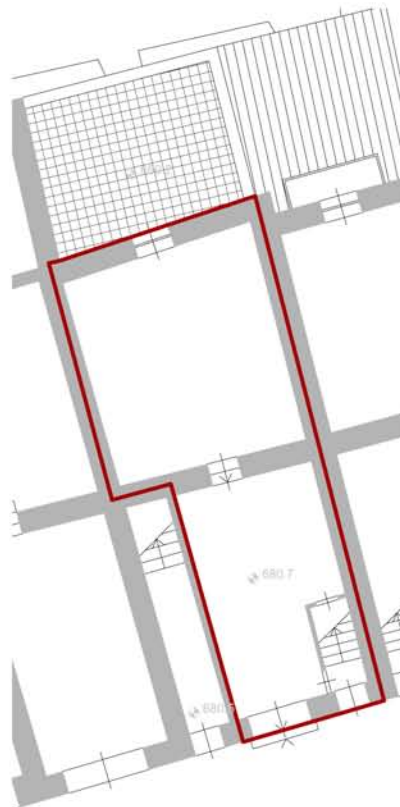
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



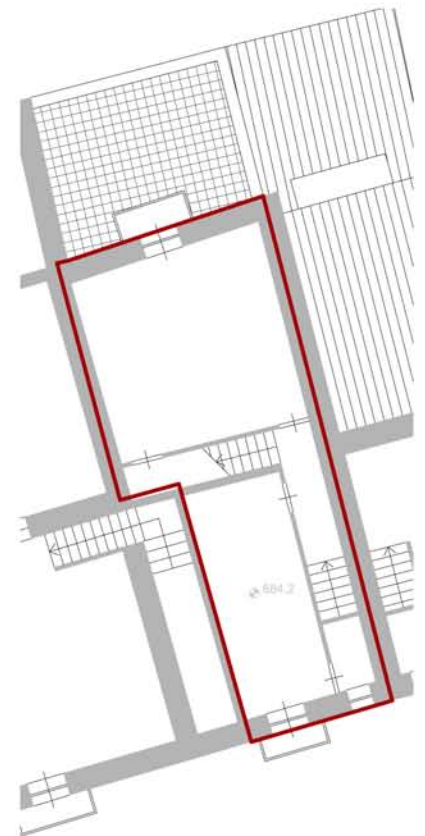
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 676.9)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 681.7)

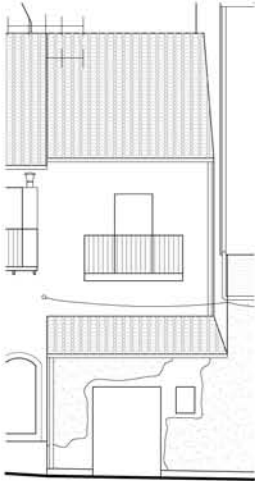


PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 685.6)

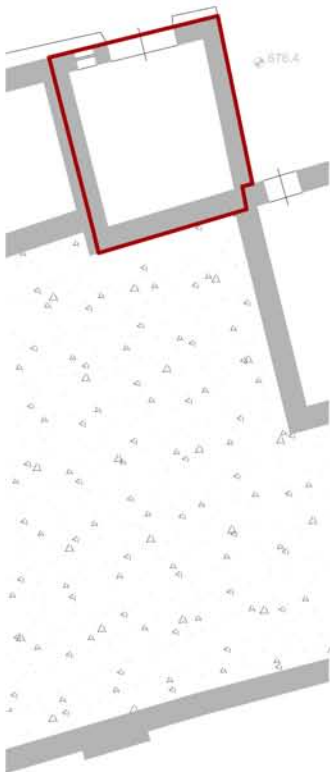
SCALA 1:200 0 1 2 4 5m



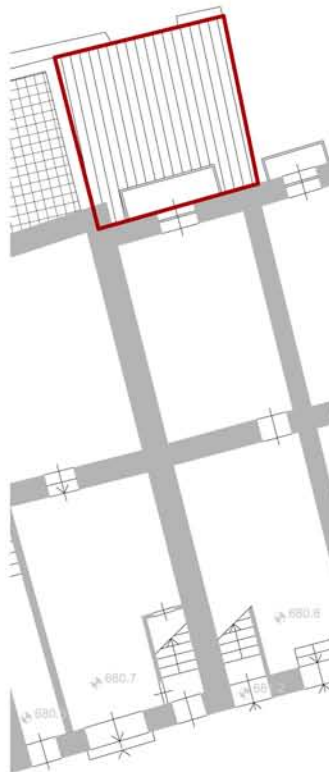
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLULA UNICA CON PROSPETTO SOLO SULLA COSTA S. FRANCESCO. L'EDIFICIO, ESSENDO COMPOSTO DA UN UNICO VANDO AL PIANO TERRA, È ADIBITO A DEPOSITO.



PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



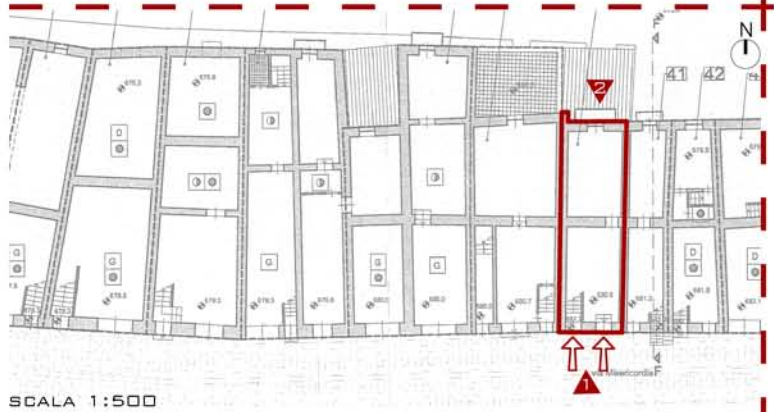
PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 676.9)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 681.8)



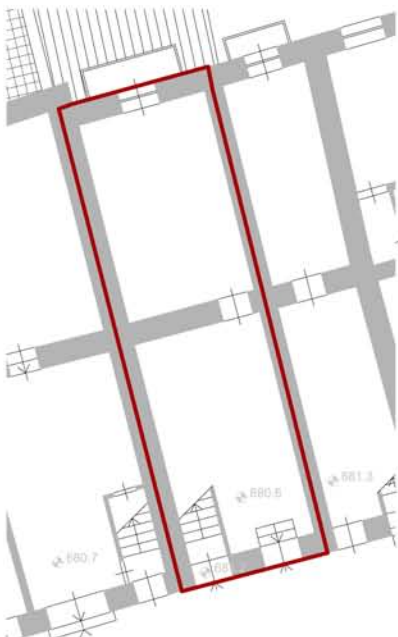
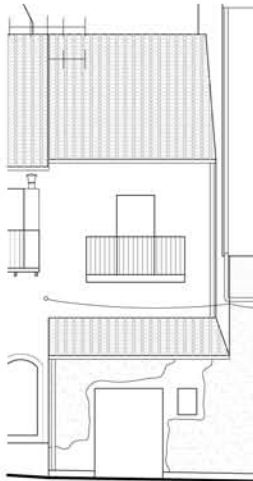
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA DOPPIA CELLULA CON PROSPETTI SU ENTRAMBI I FRONTI. SUL FRONTE DELLA COSTA S. FRANCESCO NON SONO PRESENTI INGRESSI POICHÉ È PRESENTE SOLO IL SECONDO LIVELLO. IL PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA PRESENTA UN INGRESSO AL VANO TERRA E UN SECONDO CHE ATTRAVERSO UNA SCALA PORTA AL PRIMO PIANO SECONDO IL SISTEMA EVOLUTIVO DESCRITTO NEL PARAGRAFO 3.1.



PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 681.7)



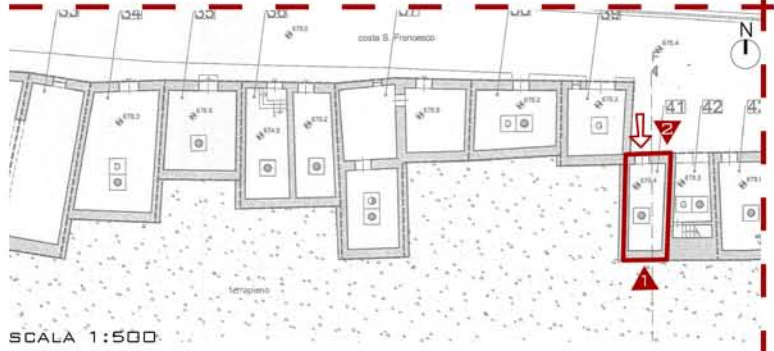
PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 685.0)



# UNITÀ EDILIZIA 41



UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLULA UNICA AL PRIMO E TERZO LIVELLO E DA UNA DOPPIA CELLULA AL SECONDO LIVELLO. IL PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA PRESENTA UN INGRESSO AL VANO TERRA E UN SECONDO CHE ATTRAVERSO UNA SCALA PORTA AL PRIMO PIANO SECONDO IL SISTEMA EVOLUTIVO DESCRITTO NEL PARAGRAFO 3.1.



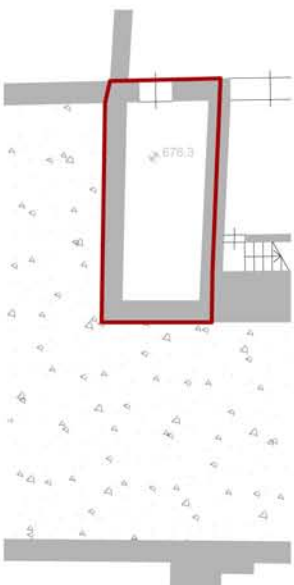
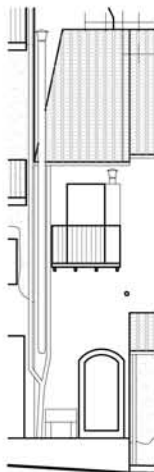
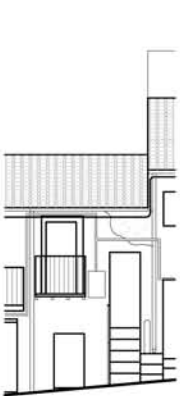
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



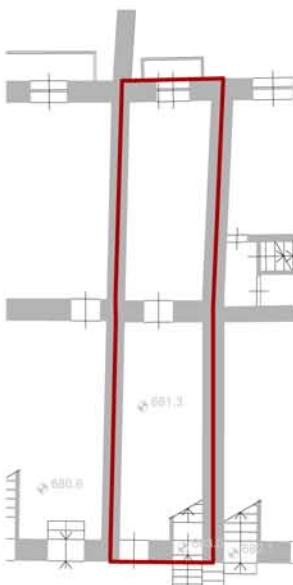
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



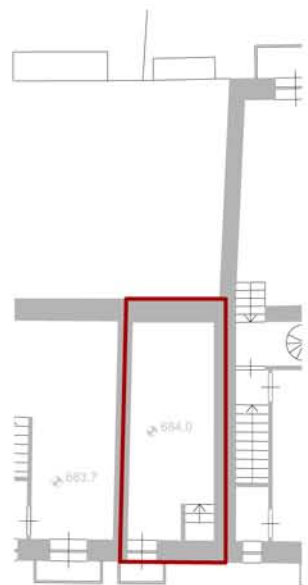
PROSPETTO (1999)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 676.9)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 681.8)

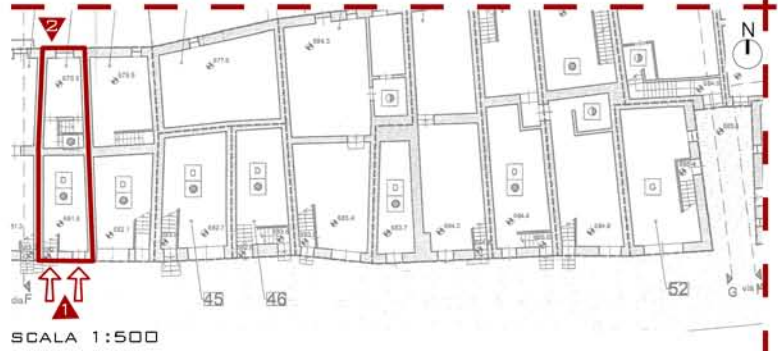


PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 684.8)





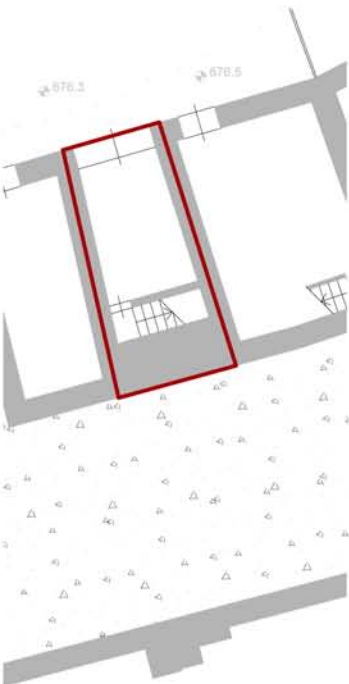
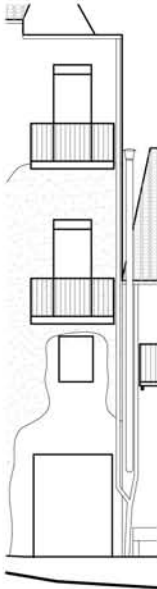
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLULA SINGOLA PER I PRIMI DUE LIVELLI SULLA COSTA S. FRANCESCO CHE SI TROVA AD UN LIVELLO STRADALE INFERIORE E DA DUE CELLULE SUGLI ALTRI DUE LIVELLI.



PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



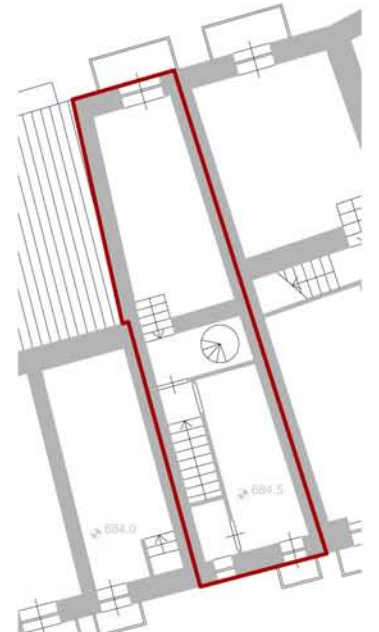
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 676.9)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 681.8)

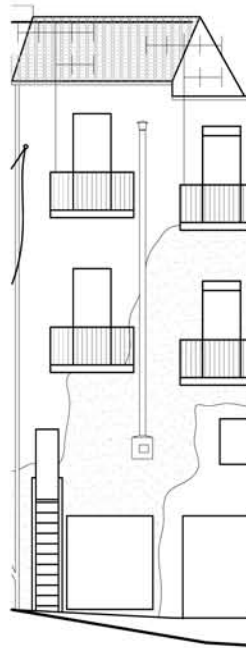
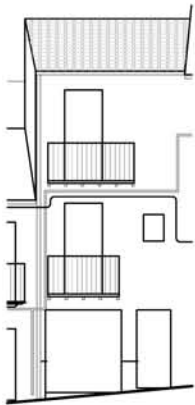
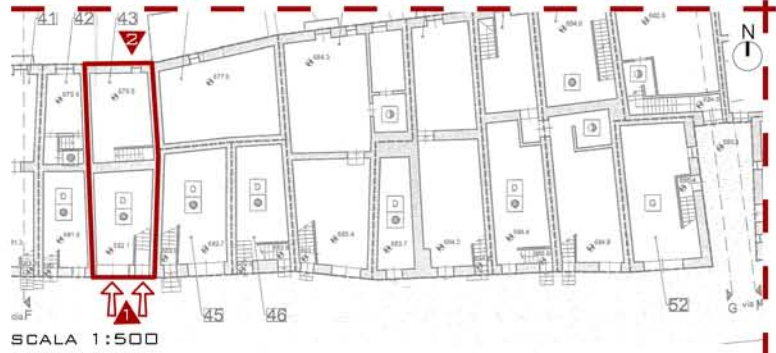


PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 684.8)

# UNITÀ EDILIZIA 43



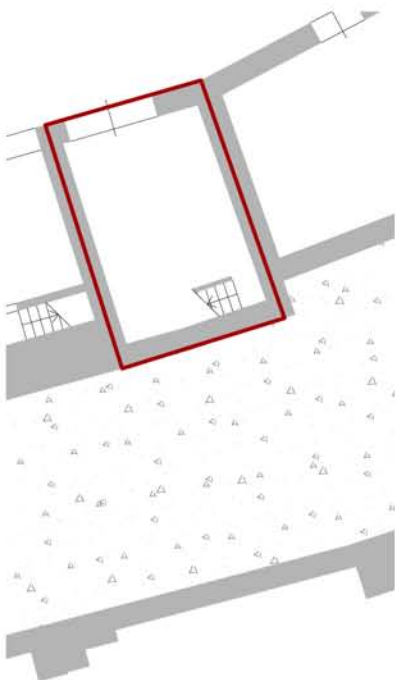
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLULA SINGOLA PER I PRIMI DUE LIVELLI SULLA COSTA S. FRANCESCO CHE SI TROVA AD UN LIVELLO STRADALE INFERIORE E DA DUE CELLULE SUGLI ALTRI DUE LIVELLI. SUL PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO E' VISIBILE UNA CANNA FUMARIA CHE PARTE DAL SECONDO LIVELLO FINO ALLA SOMMITÀ DEL PROSPETTO.



PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



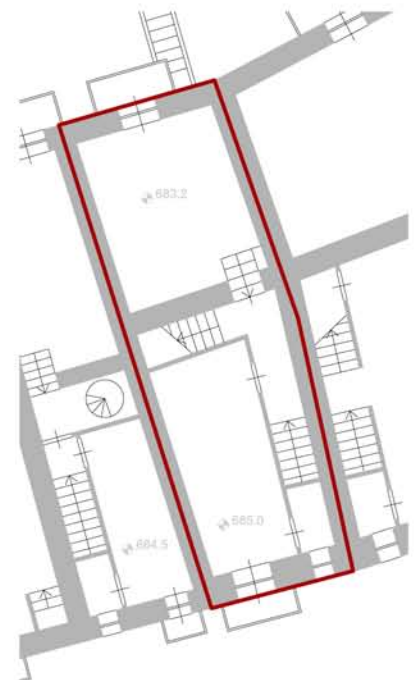
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 679.8)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 682.9)



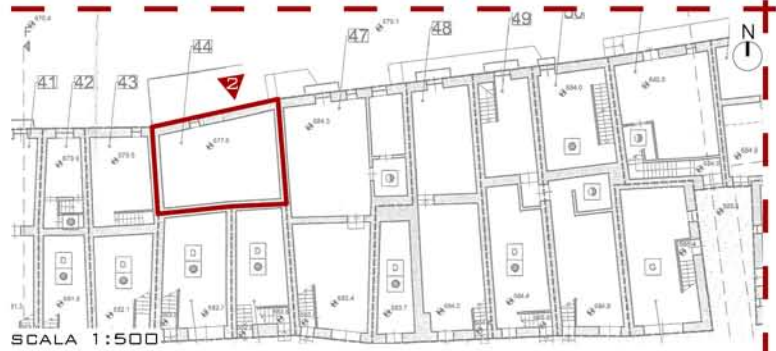
PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 686.2)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M

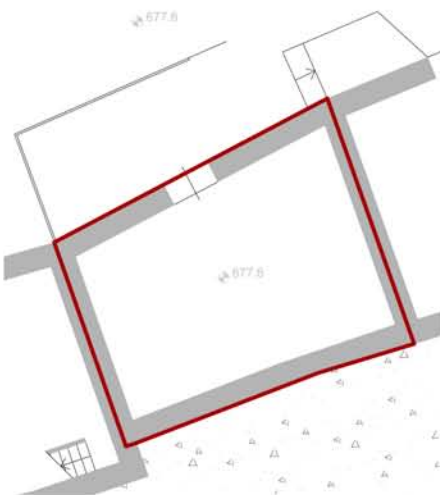
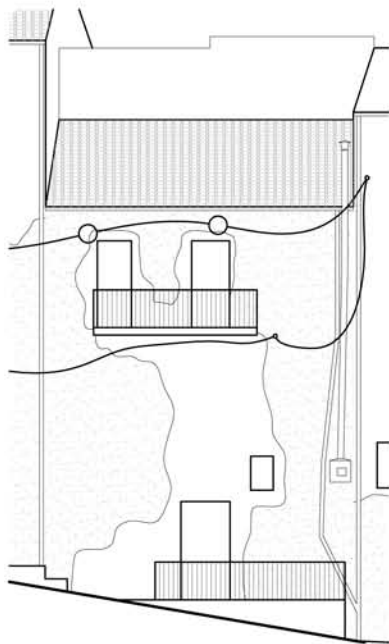
# UNITÀ EDILIZIA 44



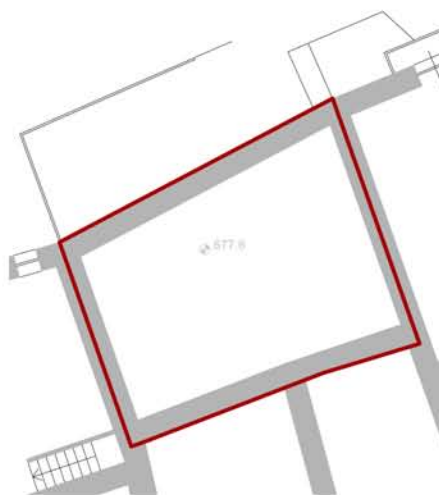
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLULA UNICA SU DUE LIVELLI CON AFFACCIO SOLO SULLA COSTA S. FRANCESCO. DAL CONFRONTO FOTOGRAFICO CON UNO SCATTO DEL 1999 NON EMERGONO CAMBIAMENTI SE NON UN AUMENTO DELLO STATO DI DEGRADO ED ABBANDONO DELL'EDIFICIO.



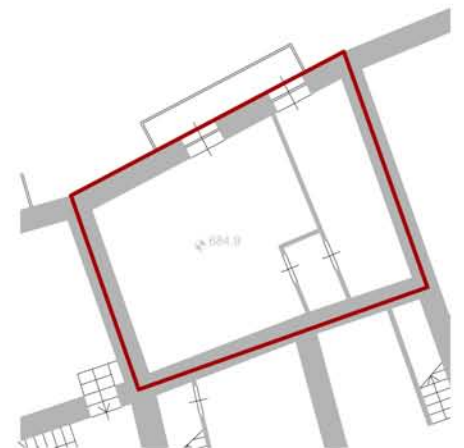
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)    PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (1999)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 679.8)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 682.9)



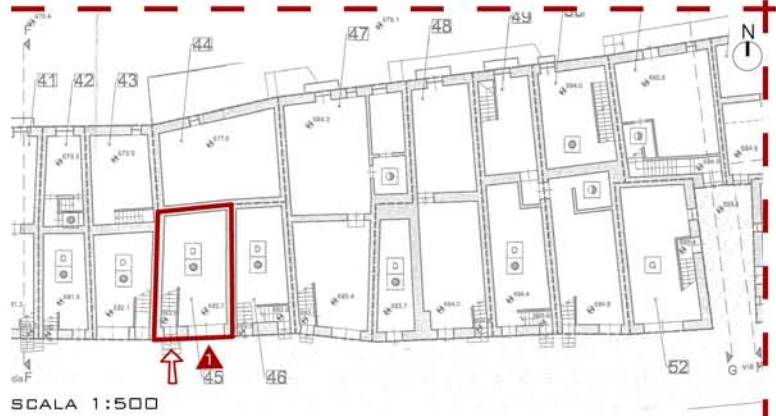
PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 686.2)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M





UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLULA UNICA SU TRE LIVELLI CON AFFACCIO SOLO SU VIA MISERICORDIA. QUEST'ULTIMO PRESENTA UN INGRESSO AL GARAGE AL VANDO TERRA E UN SECONDO CHE, ATTRAVERSO UNA SCALA, PORTA AL PRIMO PIANO SECONDO IL SISTEMA EVOLUTIVO DESCRITTO NEL PARAGRAFO 3.1. LA PRESENZA DI FRONTI DIECHI SU TUTTI E TRE I LIVELLI E' CAUSA DI UNA SCARSA ILLUMINAZIONE E AERAZIONE DEGLI AMBIENTI INTERNI.



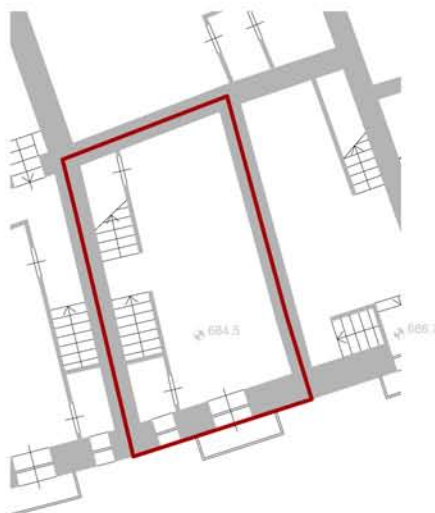
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



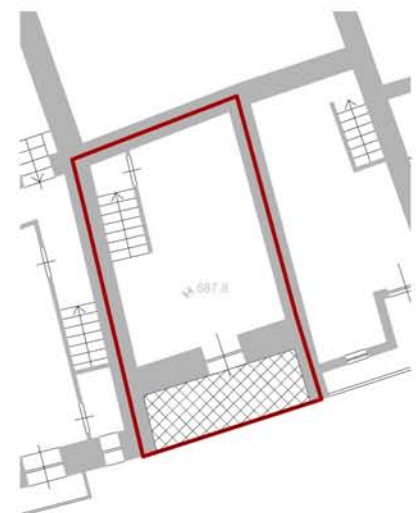
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (1999)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 684.2)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 687.4)

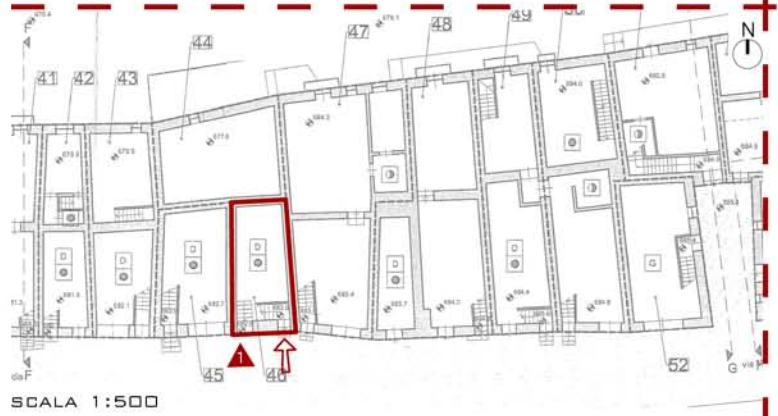


PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 689.4)





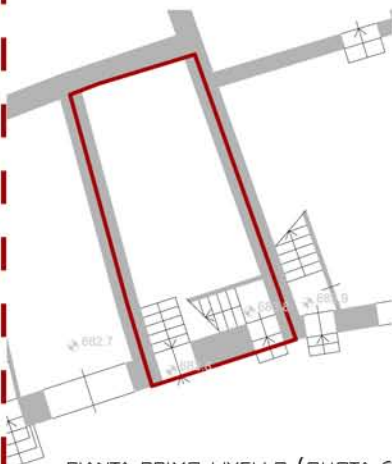
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLULA UNICA SU TRE LIVELLI CON AFFACCIO SOLO SU VIA MISERICORDIA. QUEST'ULTIMO PRESENTA UN INGRESSO AL VANDO TERRA E UN SECONDO CHE, ATTRAVERSO UNA SCALA, PORTA AL PRIMO PIANO SECONDO IL SISTEMA EVOLUTIVO DESCRITTO NEL PARAGRAFO 3.1. LA PRESENZA DI FRONTI CIECHI SU TUTTI E TRE I LIVELLI FAVORISCE LA SCARSA ILLUMINAZIONE E AERAZIONE DEGLI AMBIENTI INTERNI.



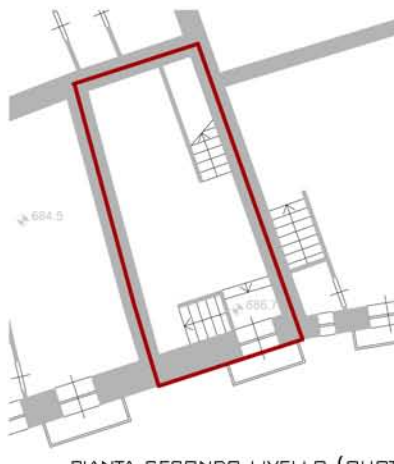
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



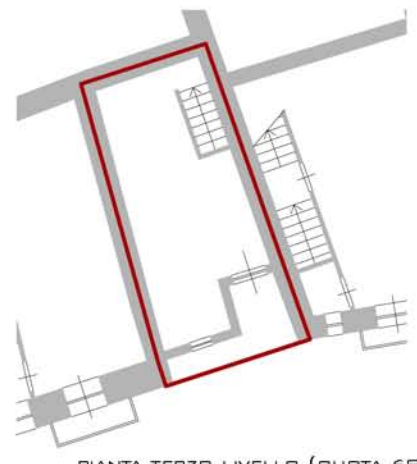
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (1999)



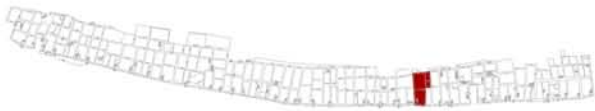
PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 684.2)



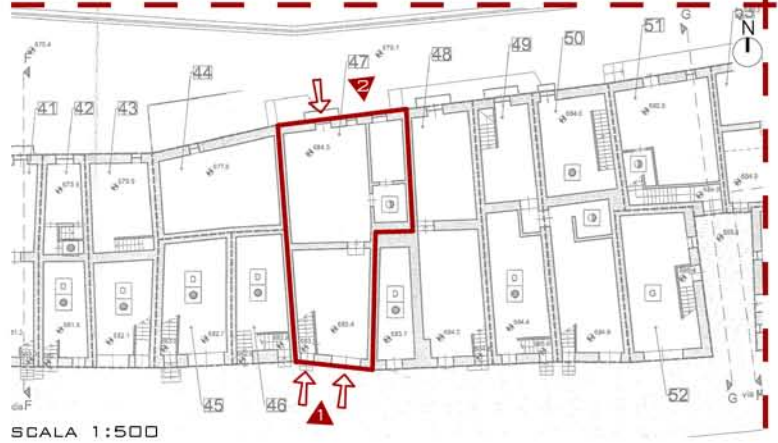
PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 687.4)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 689.4)



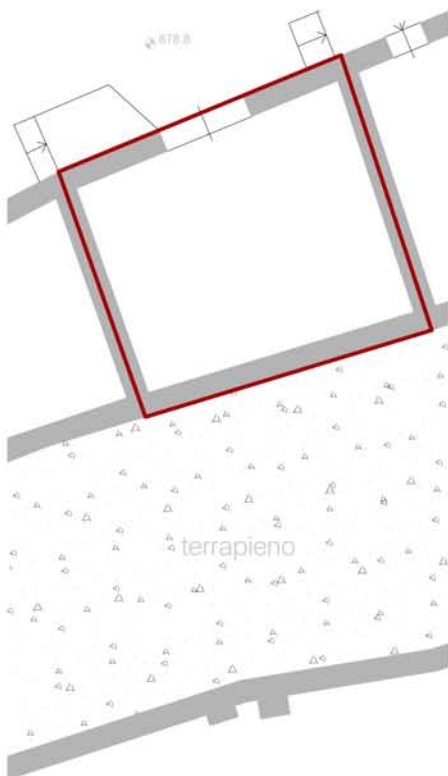
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA DUE CELLULE CHE  
ATTRAVERSANO TRASVERSALMENTE TUTTA LA STECCA  
ALLARGANDOSI VERSO IL PROSPETTO SULLA COSTA S.  
FRANCESCO. DAL CONFRONTO FOTOGRAFICO RISULTA  
ALLUNGATO IL BALCONE AL PRIMO LIVELLO E INSERITA  
UNA TRAVE IN ACCIAIO COME ARCHITRAVE DELLA PORTA  
DI INGRESSO AL GARAGE NON VISIBILE NELLA FOTO  
DEL 1999. GIÀ IN QUESTA FOTO SI INTRAVEDE UN  
PROBABILE INGRESSO AD ARCO TAMPONATO E  
SOSTITUITO DAL SUDDETTO INFISSO.



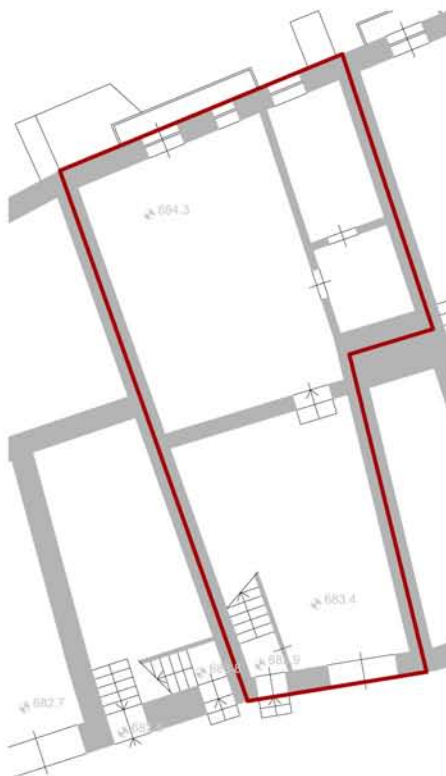
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



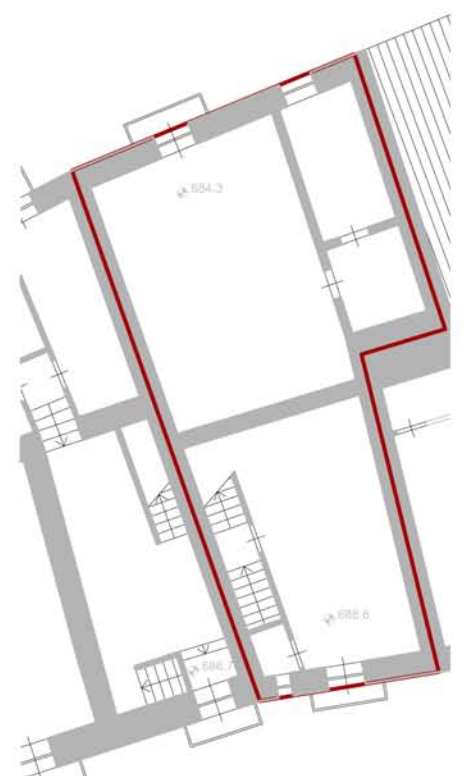
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011-1999)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 679.8)

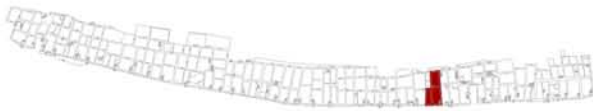


PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 686.1)

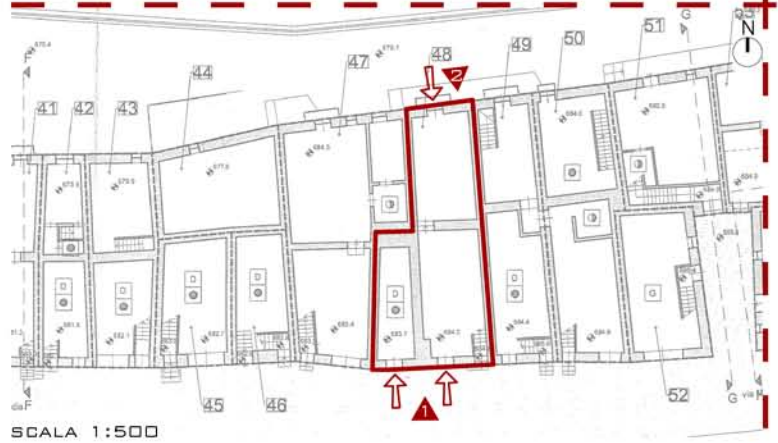


PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 689.4)





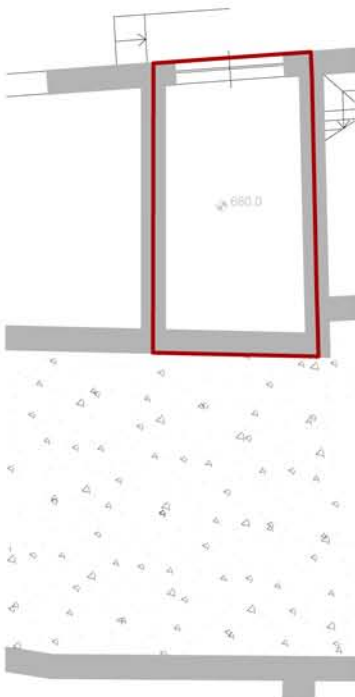
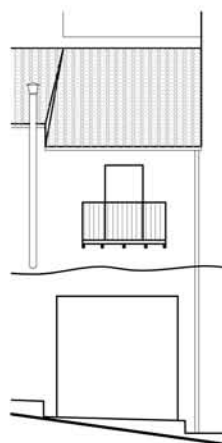
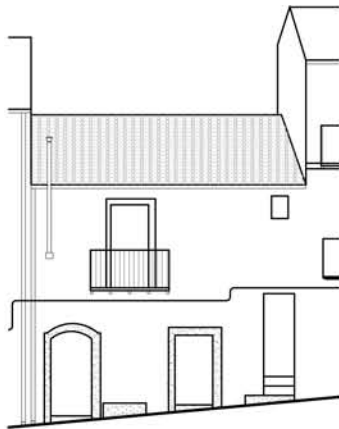
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLULA AL PRIMO E AL TERZO LIVELLO MENTRE DUE CELLULE COSTITUISCONO IL SECONDO LIVELLO. IL PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA PRESENTA DUE INGRESSI DEI QUALI UNO DI ACCESSO AD UN VANO DIECO ADIBITO PROBABILMENTE A DEPOSITO. DAL CONFRONTO FOTOGRAFICO EMERGE COME IL VANO TERRENO SUL PROSPETTO SULLA COSTA S. FRANCESCO SIA STATO TRASFORMATO IN GARAGE COME SI EVINCE DALLA MODIFICA DELL'APERTURA.



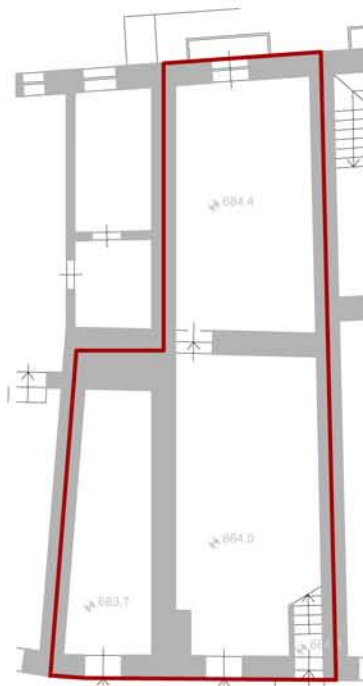
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



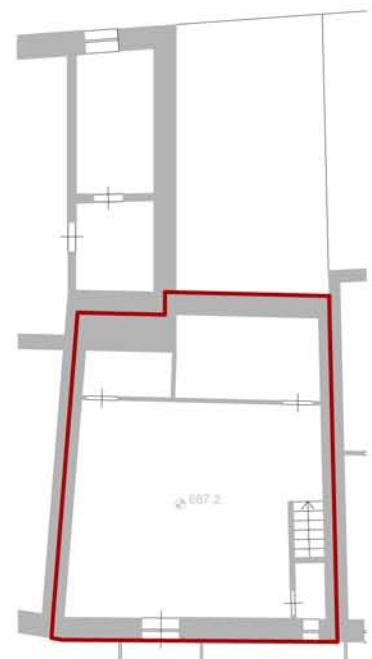
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011-1999)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 681.9)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 686.1)

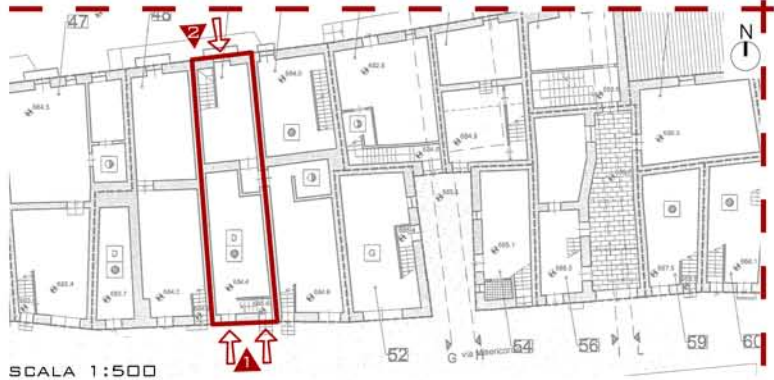


PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 689.4)



UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA DUE CELLULE CHE ATTRAVERSANO TRASVERSALMENTE TUTTA LA STECCA CON PROSPETTI SIA SU VIA MISERICORDIA CHE SULLA COSTA S. FRANCESCO. SUL PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA EMERGE IL SISTEMA DEL DOPPIO INGRESSO ANALIZZATO NEL PARAGRAFO 3.1 CHE EVIDENZIA LA SUCCESSIVA SOPRAELEVAZIONE DEL PRIMITIVO IMPIANTO TERRANO DELL'UNITÀ EDILIZIA.

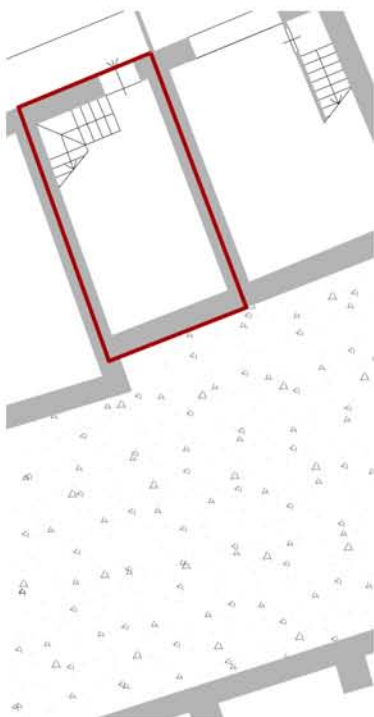
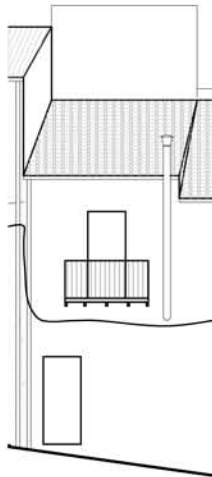
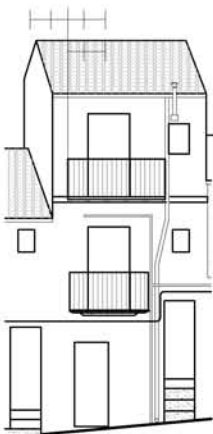
## UNITÀ EDILIZIA 49



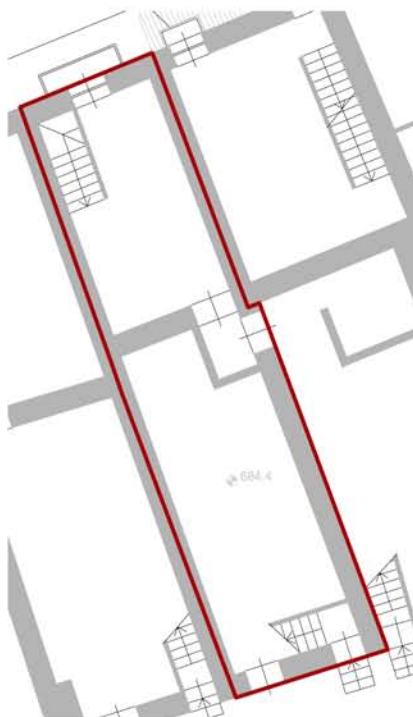
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



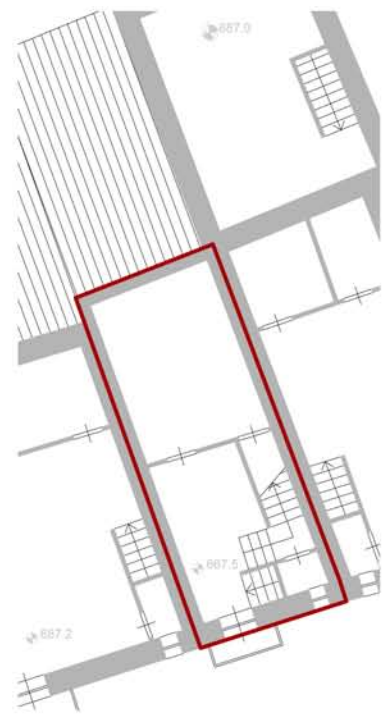
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 681.9)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 686.1)



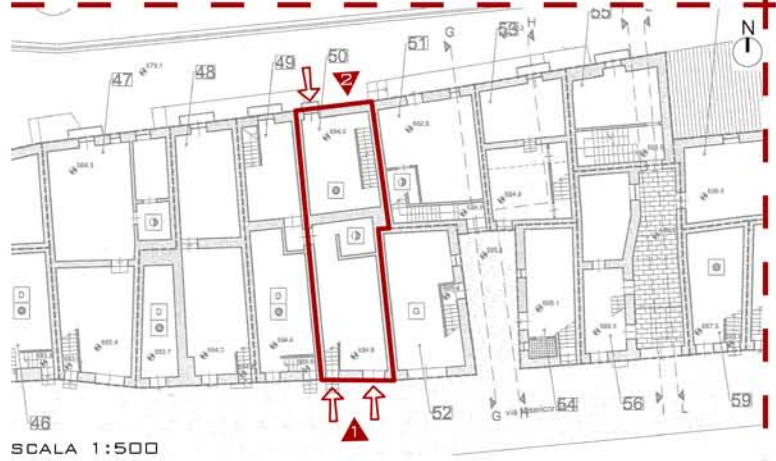
PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 689.4)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M





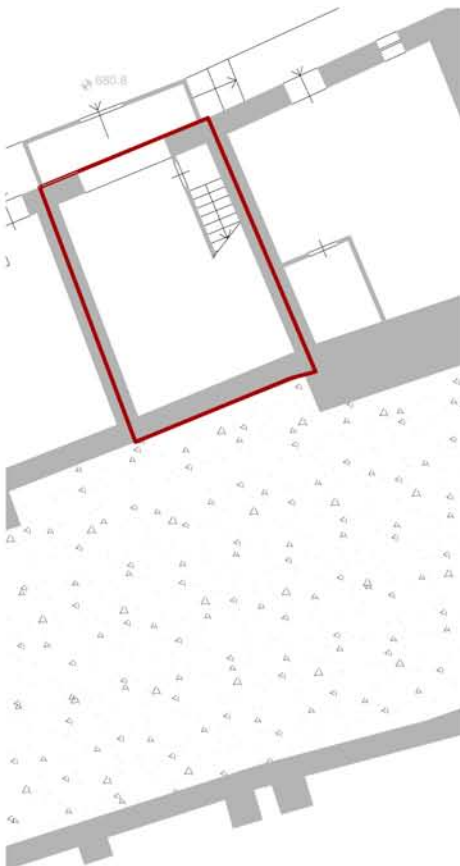
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA DUE CELLULE CHE ATTRAVERSAO TRASVERSALMENTE TUTTA LA STECCA. DALLA PIANTE EMERGE COME LE DUE CELLULE NON SIANO COMUNICANTI A SEGUITO DI UNA DIVISIONE DI PROPRIETÀ. IL PROSPETTO SULLA COSTA, DAL CONFRONTO CON UNA FOTO DEL 1999, RISULTA ESSERE NOTEVOLMENTE CAMBIATO. OLTRE AL SISTEMA DI APERTURE E' STATA RIMOSSA LA COPERTURA IN LEGNO CON TEGOLE E SOSTITUITA CON UNA TERMOCOPERTURA IN PANNELLI. SUL NUOVO FRONTE SONO PRESENTI INOLTRE UNA CALDAIA E UNA CANNA FUMARIA AL PIANO TERRA.



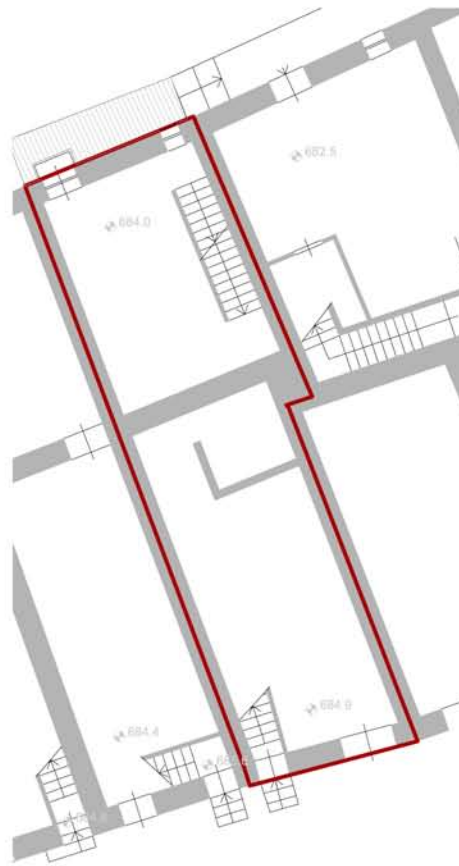
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



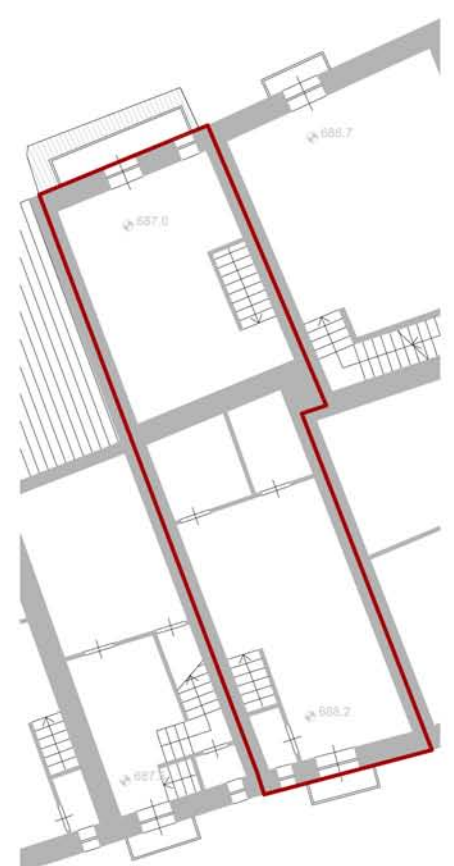
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011-1999)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 681.9)



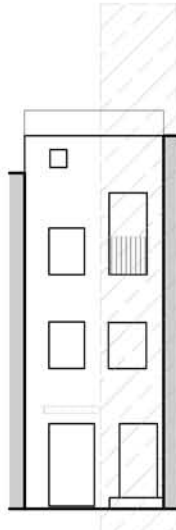
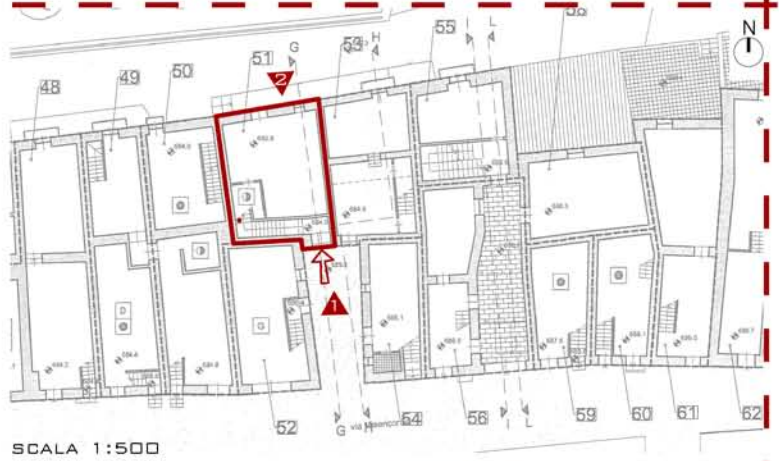
PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 684.7)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 689.4)



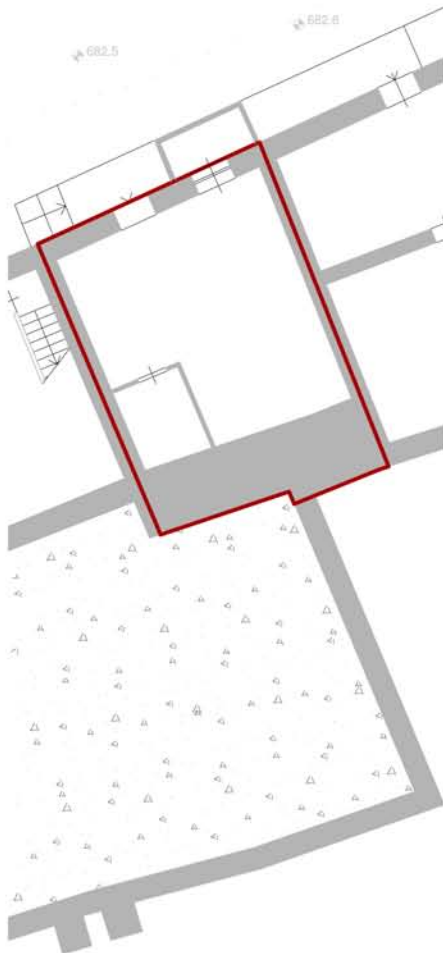
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLULA UNICA CHE SI RIPETE PER QUATTRO LIVELLI. L'INGRESSO PRINCIPALE AVVIENE ATTRAVERSO LA CORTE. UN INGRESSO SECONDARIO AVVIENE DALLA COSTA S. FRANCESCO. DAL CONFRONTO FOTOGRAFICO SI EVIDENZIANO FORTI MODIFICHE, SU QUESTO PROSPETTO, NEL SISTEMA DELLE APERTURE E NELL'USO DEI MATERIALI. LA CANNA FUMARIA PRESENTE VIENE SOSTITUITA DA UNA DI MAGGIORI DIMENSIONI SEPPUR ALLO STESSO MODO PRECARIAMENTE APPLICATA SUL PROSPETTO.



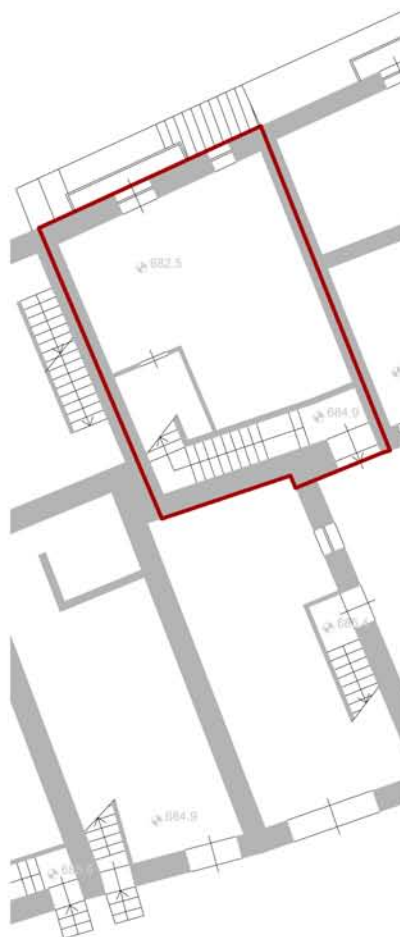
PROSPETTO SULLA CORTE (2011)



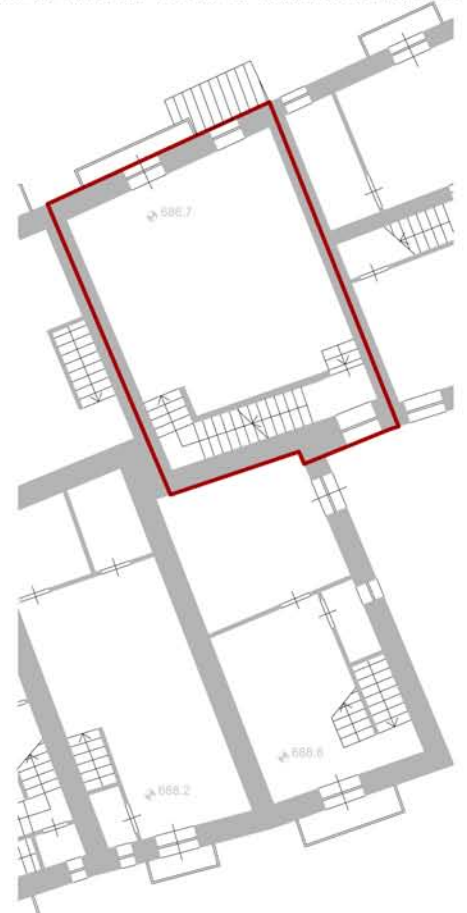
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 684.7)

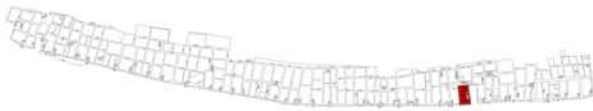


PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 688.2)

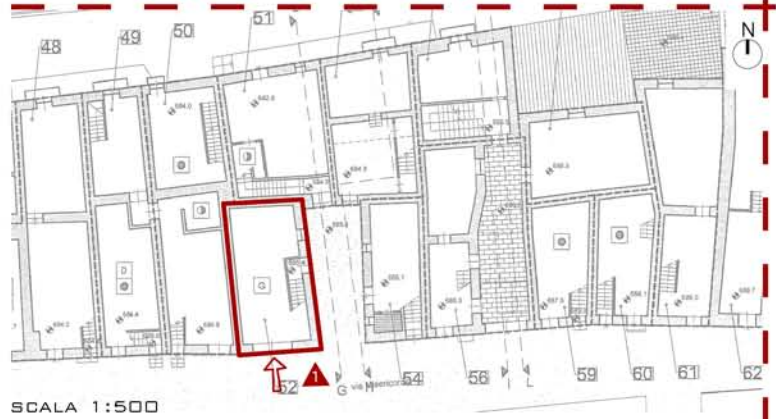


PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 691.2)

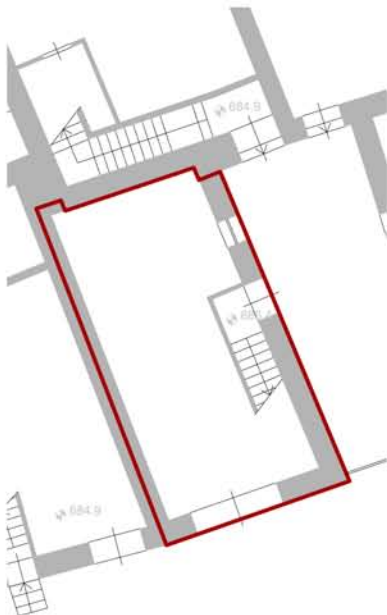
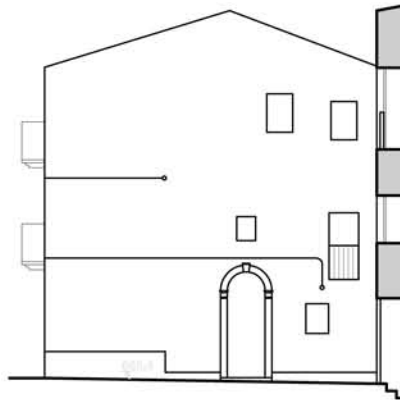
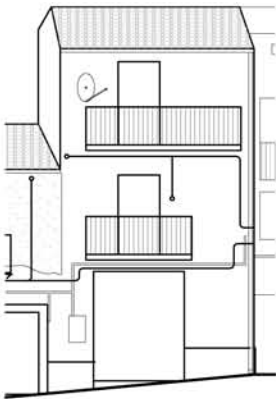




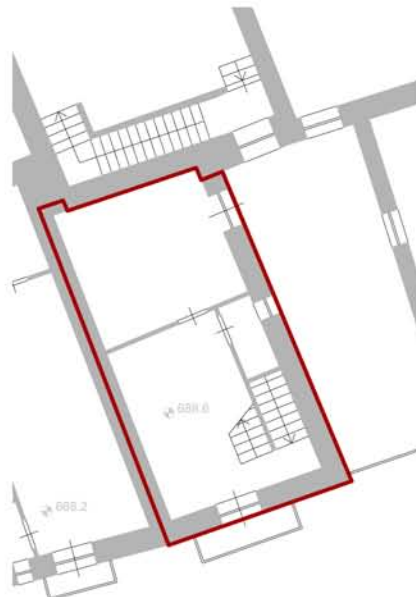
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLULA UNICA CHE SI RIPETE PER QUATTRO LIVELLI. L'INGRESSO PRINCIPALE AVVIENE ATTRAVERSO LA CORTE. SUL PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA AL PIANO TERRA UN INGRESSO CARRABILE DENOTA LA DESTINAZIONE DI GARAGE. IL PROSPETTO INTERNO ALLA CORTE È CARATTERIZZATO DA UNA APERTURA AD ARCO CON MODANATURE, UNO DEI POCCHI ELEMENTI CHE TESTIMONIA LA STORICITÀ DEL SITO.



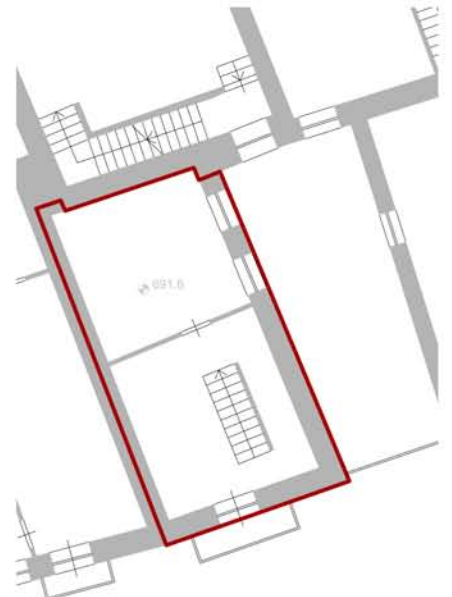
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 686.1)



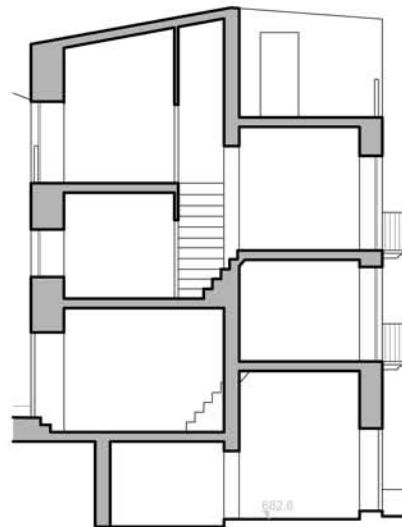
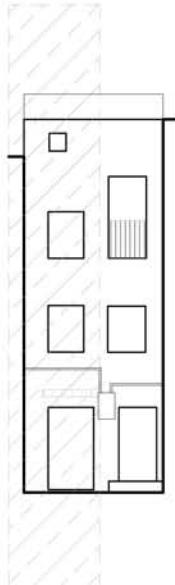
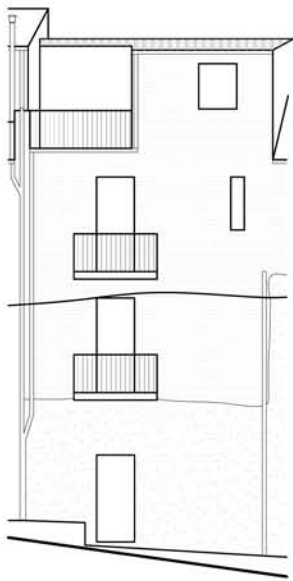
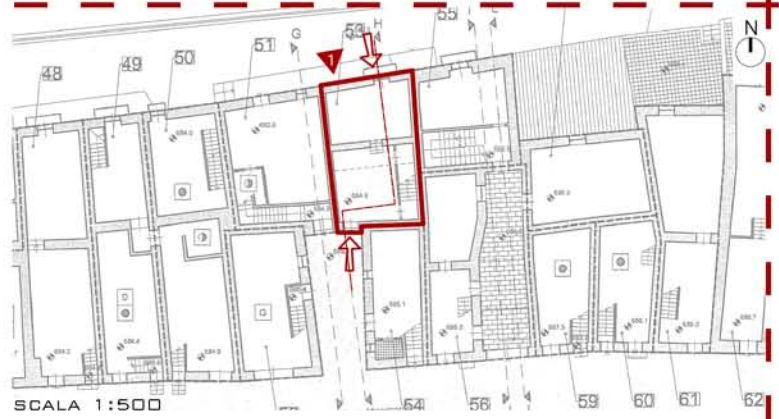
PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 689.4)



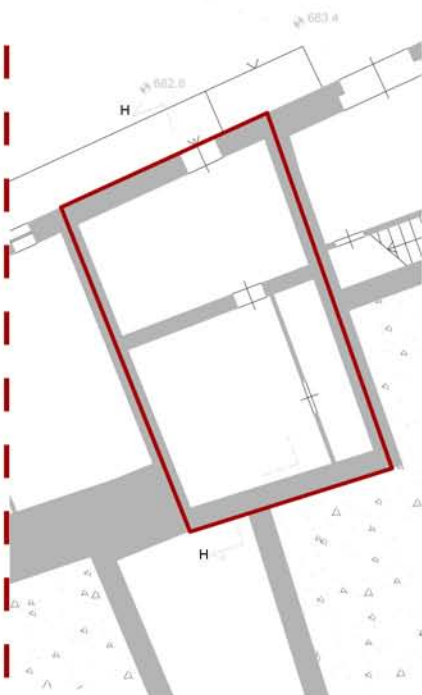
PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 692.9)



UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLULA UNICA CHE SI RIPETE PER QUATTRO LIVELLI. L'INGRESSO PRINCIPALE AVVIENE ATTRAVERSO LA CORTE. UN INGRESSO SECONDARIO SI HA DALLA COSTA S. FRANCESCO. EVIDENTE SU QUESTO PROSPETTO LA DIVERSITÀ DI MATERIALE UTILIZZATO AL PIANO TERRA RISPETTO A QUELLO DEI PIANI SUPERIORI. DA UNA MURATURA IN PIETRA ARENARIA SI PASSA ALL'USO DI BLOCCHI IN CEMENTO.



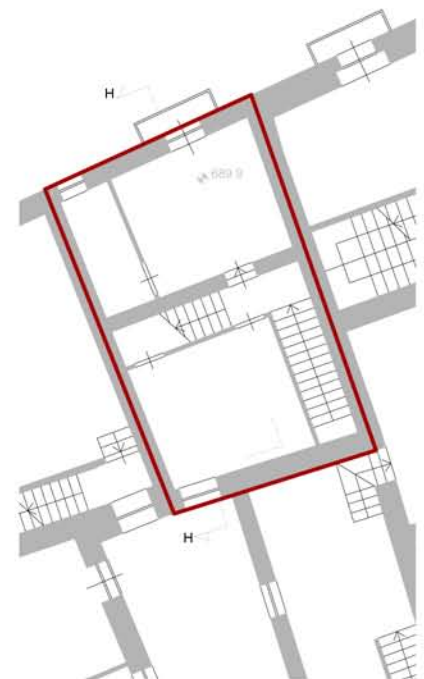
PROSPETTO SU COSTA  
S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 684.7)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 688.2)

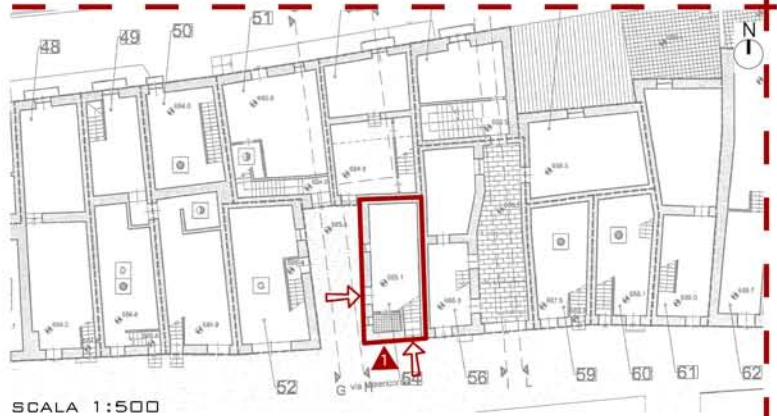


PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 691.2)





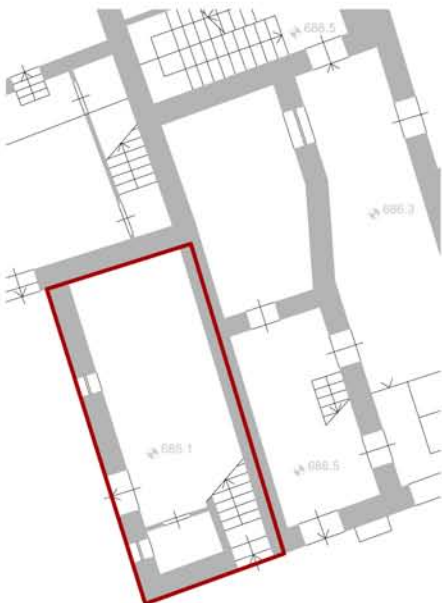
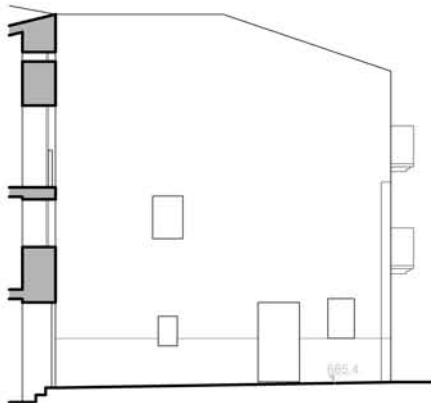
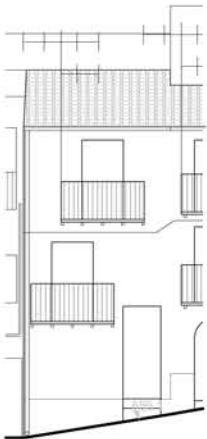
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA DUE CELLULE RACCHIUSE ALL'INTERNO DI DUE CORTI INTERNE SU DUE LATI. L'EDIFICIO SI SVILUPPA PER TRE LIVELLI ED HA IL SUO PROSPETTO PRINCIPALE SU VIA MISERICORDIA ANCHE SE HA UN INGRESSO LATERALE DALLA CORTE SU CUI PROSPETTA IL FRONTE OVEST. QUEST'ULTIMO RISULTA ESSERE QUASI COMPLETAMENTE CHIUSO AI LIVELLI SUPERIORI AL SECONDO IMPEDENDO L'ILLUMINAZIONE E AERAZIONE DEGLI AMBIENTI INTERNI.



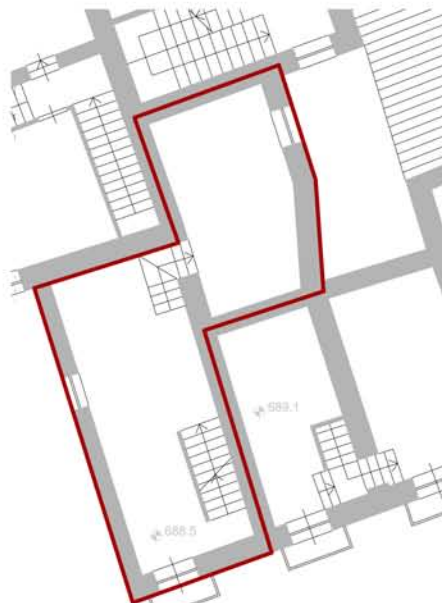
SCALA 1:500



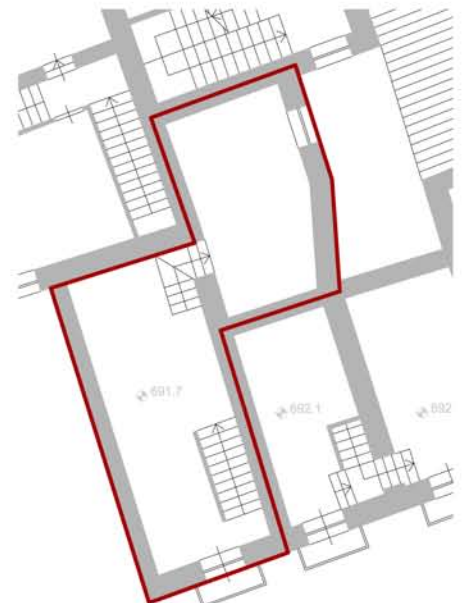
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 686.1)

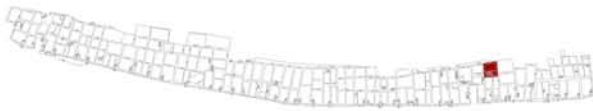


PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 689.4)

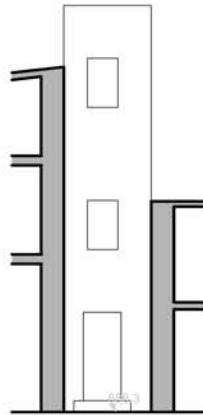
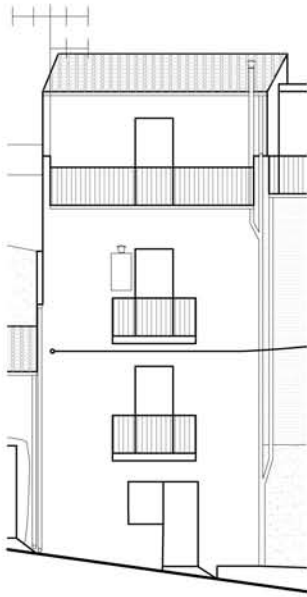
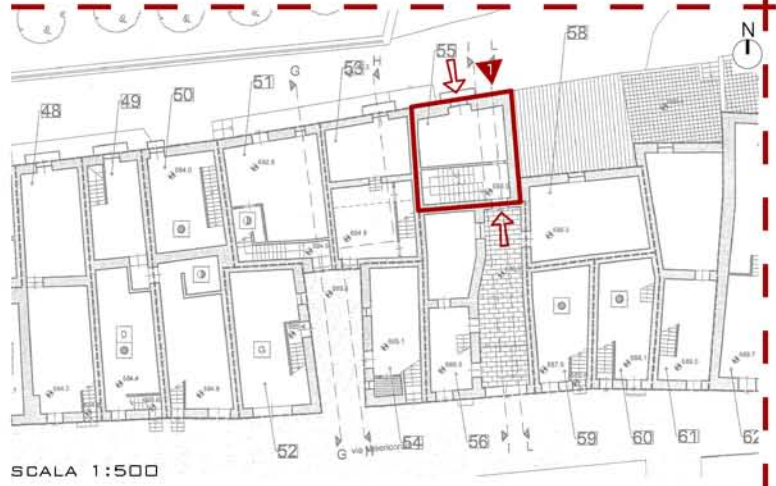


PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 692.9)

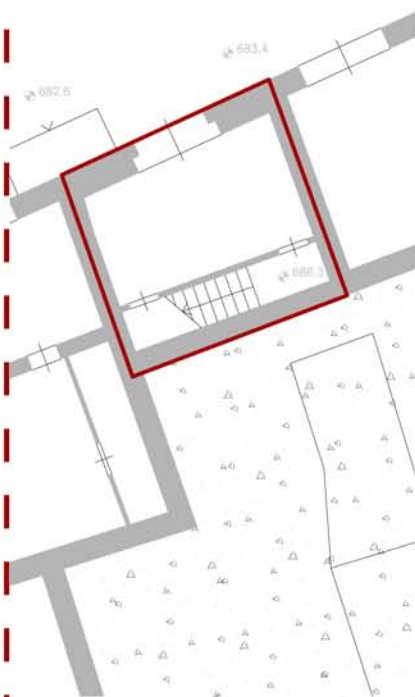
SCALA 1:200 0 1 2 4 5M



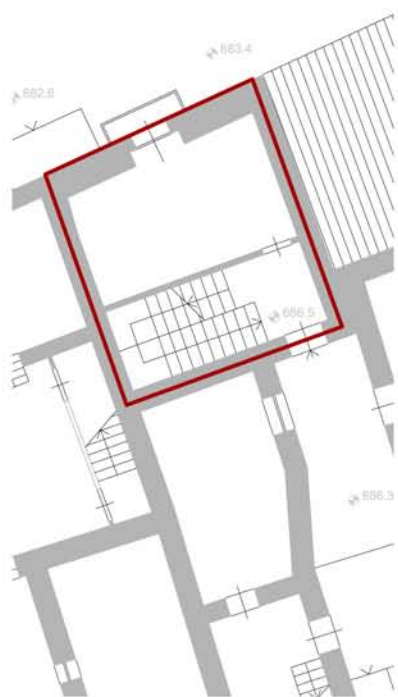
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLULA UNICA CHE SI RIPETE PER QUATTRO LIVELLI. L'INGRESSO PRINCIPALE AVVIENE ATTRAVERSO LA CORTE. UN INGRESSO SECONDARIO AVVIENE DALLA COSTA S. FRANCESCO. UN CORPO SCALA A DOPPIA RAMPA, LA FINITURA ESTERNA E LA CONFIGURAZIONE A TORRE, SONO ELEMENTI CHE FANNO PRESUMERE CHE L'EDIFICIO ORIGINARIO È STATO FORTEMENTE MODIFICATO. IL CONFRONTO CON UNA FOTO DEL 1999 EVIDENZIA IL MANTENIMENTO DELLA CANNA FUMARIA E L'AGGIUNTA DELLE UNITÀ ESTERNE DEI CONDIZIONATORI D'ARIA SUL PROSPETTO.



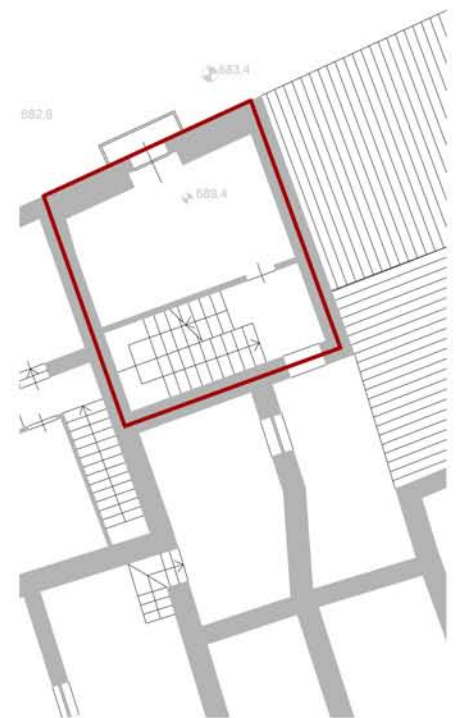
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 684.7)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 688.2)

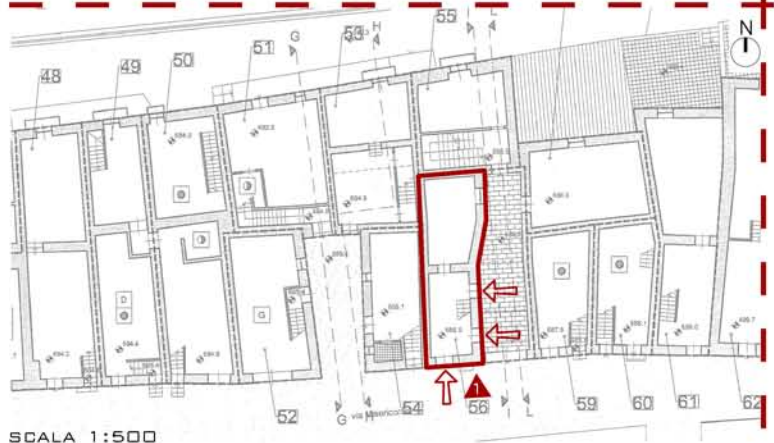


PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 691.2)





UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA DUE CELLULE CHE SONO AL PRIMO LIVELLO POSTE TRASVERSALMENTE RISPETTO ALL'ISOLATO MENTRE SUL SECONDO E TERZO LIVELLO SONO AFFIANCATE LUNGO LA VIA MISERICORDIA. L'INGRESSO PRINCIPALE SI HA SU QUEST'ULTIMA MENTRE DALLA CORTE SI PUÒ ACCEDERE AGLI ALTRI AMBIENTI AL PIANO TERRA. IL CONFRONTO CON UNA FOTO DEL 1999 NON EVIDENZIA MODIFICHE SIGNIFICANTI SIA SUL PROSPETTO CHE NEL SISTEMA DEGLI IMPIANTI.



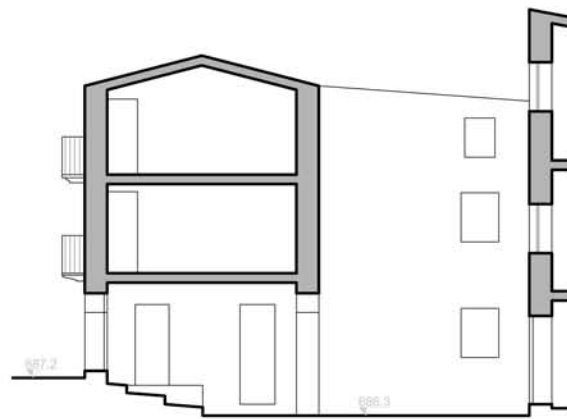
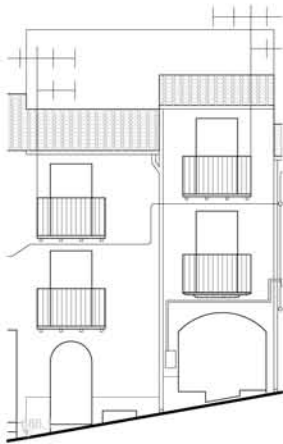
SCALA 1:500



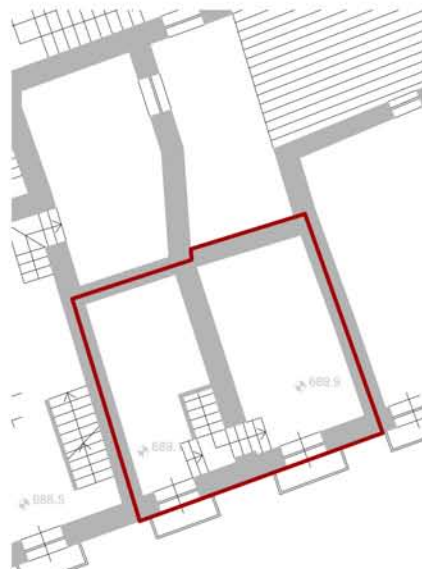
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



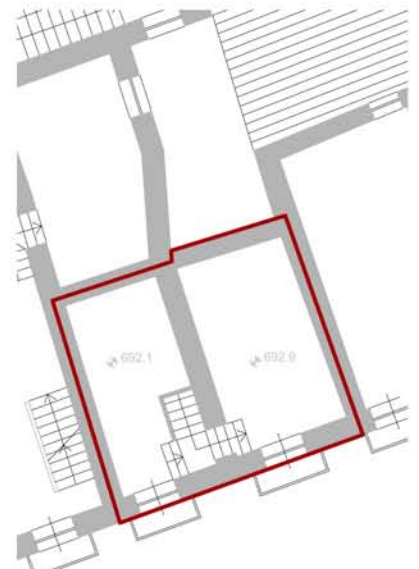
PROSPETTO INTERNO ALLA CORTE (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 688.2)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 691.2)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 693.6)



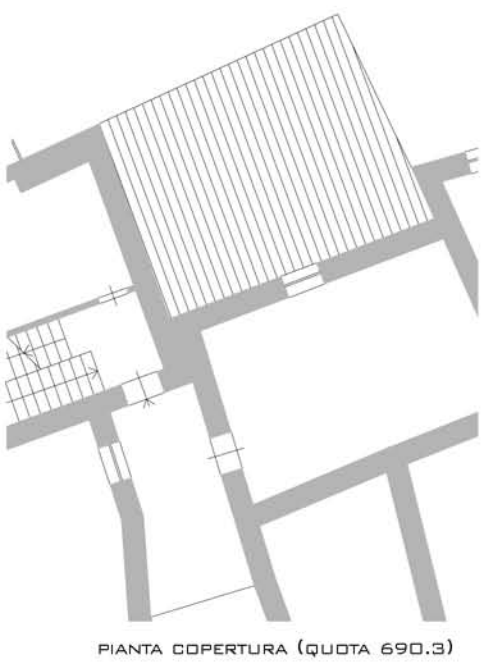
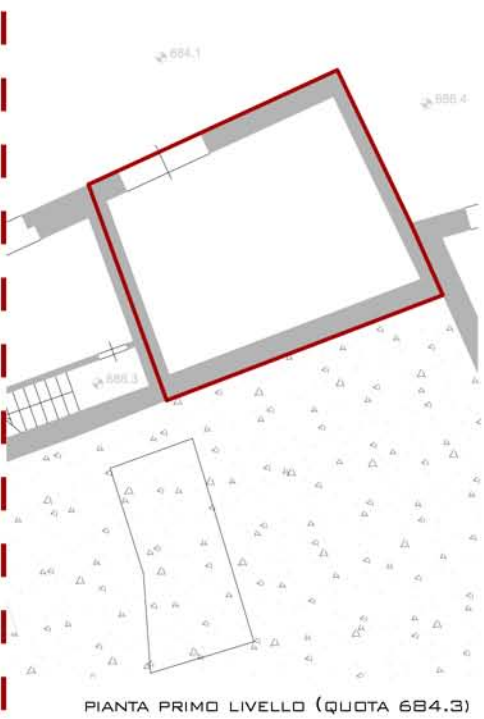
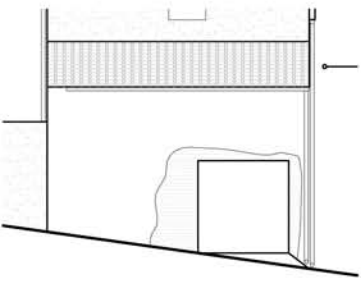
UNITA' ABITATIVA COSTITUITA DA UN'UNICA CELLULA A CUI SI ACCEDE DALLA COSTA S. FRANCESCO. L'AMBIENTE UNICO CHE COSTITUISCE L'UNITA' EDILIZIA E' ADIBITO A GARAGE E NON PRESENTA MODIFICHE DAL CONFRONTO CON UNA FOTO DEL 1999.



PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (1999)



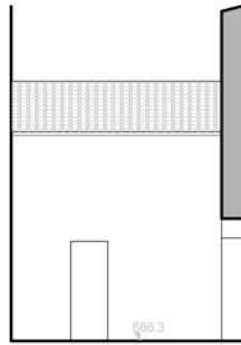
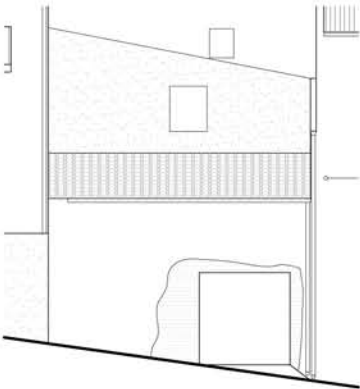




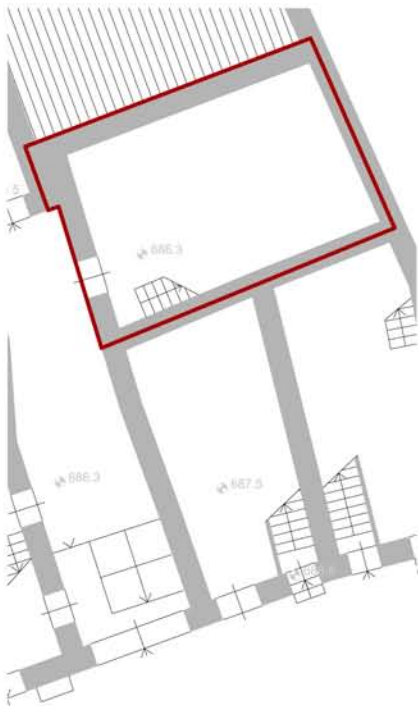
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UN'UNICA CELLULA A CUI SI ACCEDE DA UNA CORTE RACCHIUSA TRA LE UNITÀ 55-56-59. L'EDIFICIO SI SVILUPPA SU DUE LIVELLI PROBABILMENTE A SEGUITO DELL'INSERIMENTO DI UN SOLAIO CHE SFRUTTA L'ALTEZZA DI QUELLA CHE ERA UNA STALLA OGGI TRAMUTATA IN ABITAZIONE. LA PRESENZA SUL PROSPETTO DI UNA SOLA APERTURA EVIDENZIA LA SCARSA ILLUMINAZIONE E AERAZIONE DEGLI AMBIENTI INTERNI.



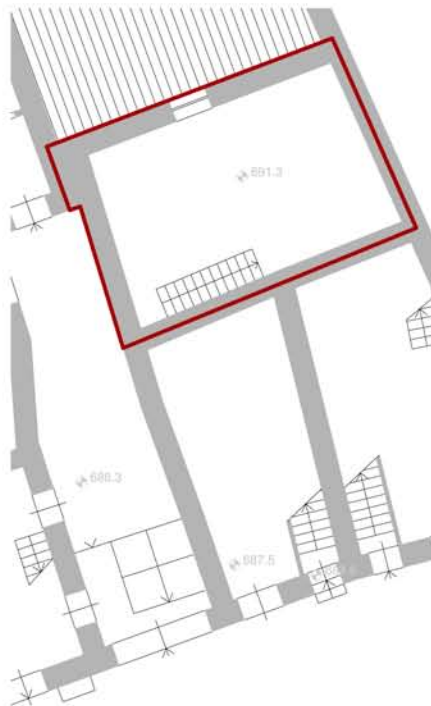
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011)



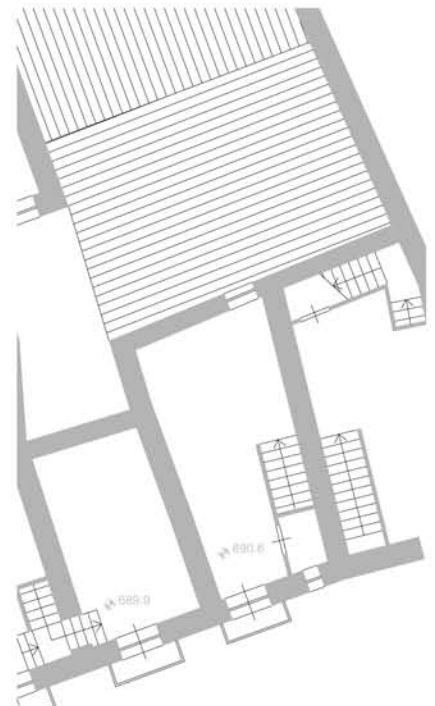
PROSPETTO SULLA CORTE (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 690.3)



PIANTA COPERTURA (QUOTA 692.9)

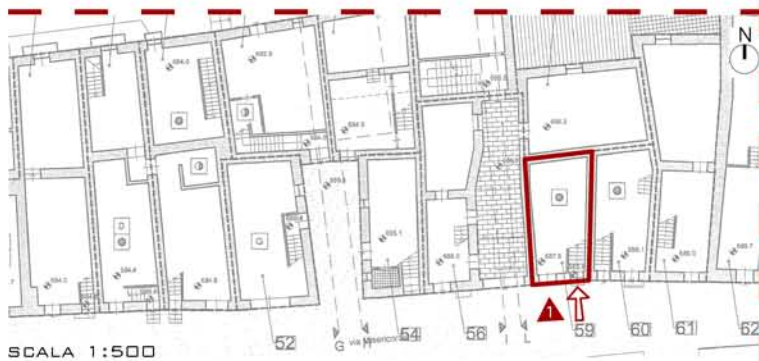


PIANTA COPERTURA (QUOTA 694.0)



UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UN'UNICA CELLULA CHE PROSPETTA SU VIA MISERICORDIA SU DUE LIVELLI. IL CONFRONTO CON UNA FOTO DEL 1999 NON EVIDENZIA ALCUN CAMBIAMENTO SIGNIFICATIVO SUL PROSPETTO E PER QUANTO RIGUARDA IL SISTEMA DEGLI IMPIANTI, IL DOPPIO INGRESSO SUL PROSPETTO EVIDENZIA L'EVOLUZIONE DELLA UNITÀ ABITATIVA DESCRITTA NEL PARAGRAFO 3.1.

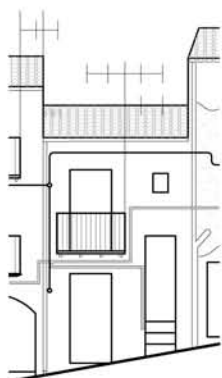
## UNITÀ EDILIZIA 59



PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (1999)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 689.3)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 692.9)



UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UN'UNICA CELLULA CHE PROSPETTA SU VIA MISERICORDIA SU DUE LIVELLI. IL CONFRONTO CON UNA FOTO DEL 1999 NON EVIDENZIA ALCUN CAMBIAMENTO SIGNIFICATIVO SUL PROSPETTO E PER QUANTO RIGUARDA IL SISTEMA DEGLI IMPIANTI, IL DOPPIO INGRESSO SUL PROSPETTO EVIDENZIA L'EVOLUZIONE DELLA UNITÀ ABITATIVA DESCRITTA NEL PARAGRAFO 3.1.



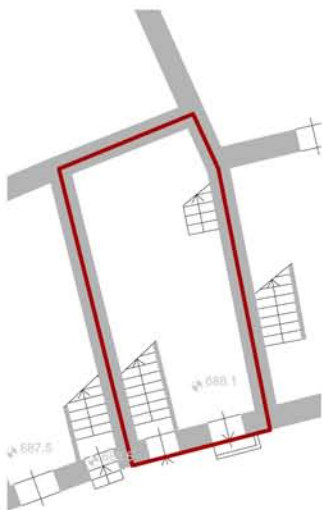
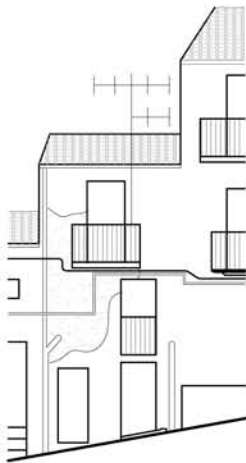
SCALA 1:500



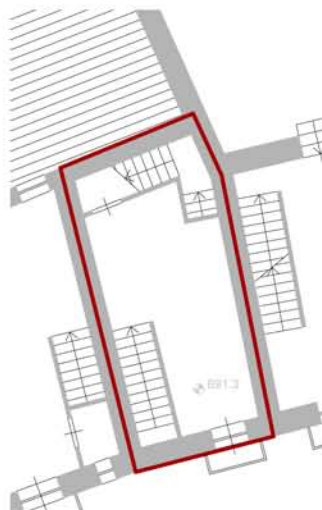
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (1999)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 689.3)

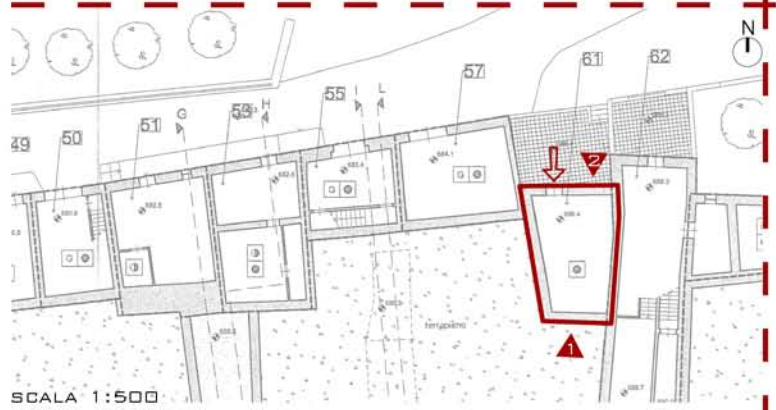


PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 694.6)

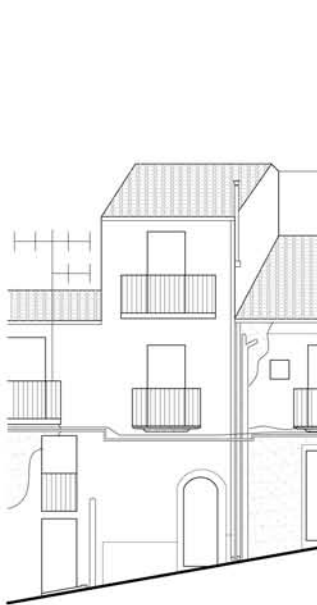




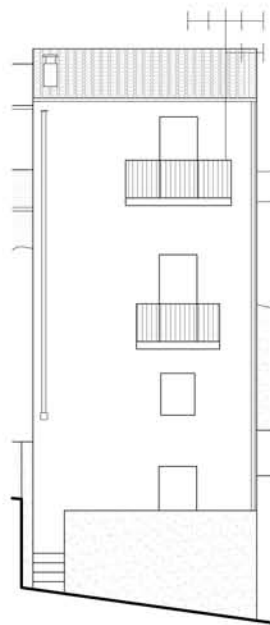
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA DOPPIA CELLULA CHE ATTRAVERSA TRASVERSALMENTE L'INTERO ISOLATO AFFACCIANDOSI SU ENTRAMBI I FRONTI. IL PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA È COSTITUITO DA TRE LIVELLI MENTRE QUATTRO SONO INVECE I PIANI SUL LATO DELLA COSTA S. FRANCESCO PER VIA DELLA QUOTA PIÙ BASSA DEL LIVELLO STRADALE. SU QUESTO PROSPETTO È EVIDENTE L'INSERIMENTO DI UNA NUOVA CANNA FUMARIA PUR ESSENDO ANCORA PRESENTE QUELLA IN DISUSO



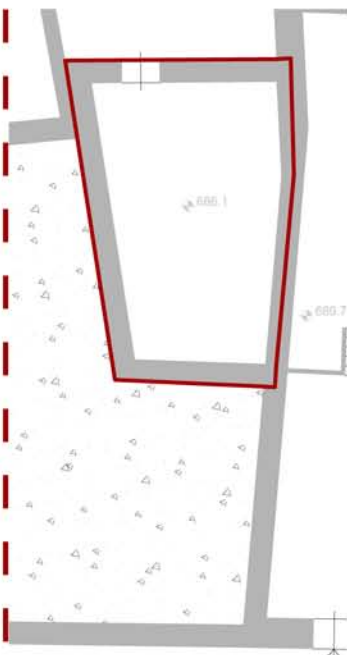
SCALA 1:500



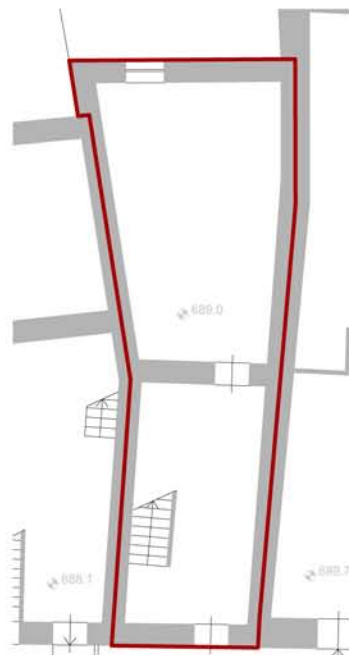
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



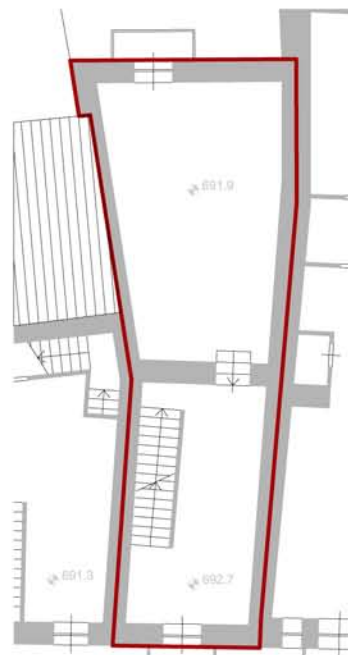
PROSPETTO SU COSTA S.FRANCESCO (2011)



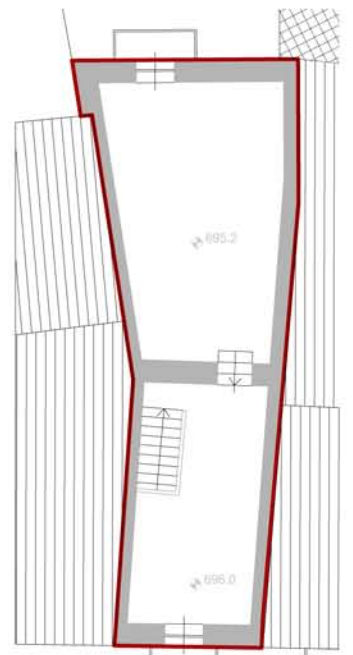
PIANTA PRIMO LIVELLO  
(QUOTA 688.4)



PIANTA SECONDO LIVELLO  
(QUOTA 690.4)



PIANTA TERZO LIVELLO  
(QUOTA 694.0)



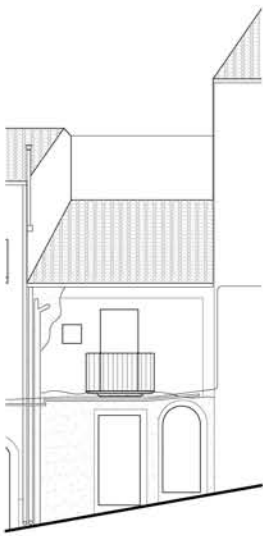
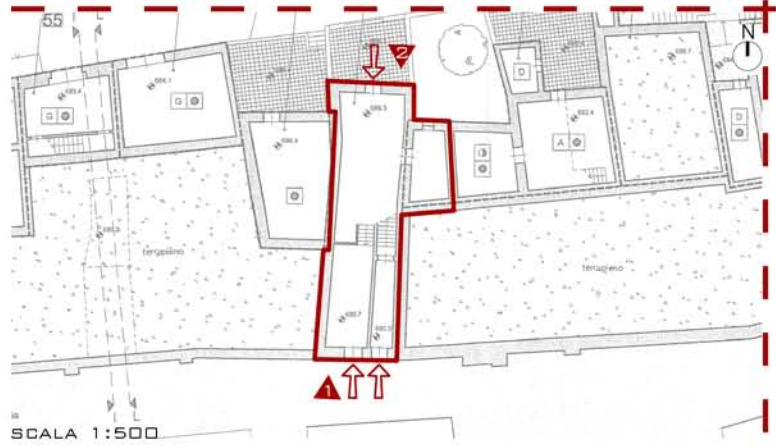
PIANTA QUARTO LIVELLO  
(QUOTA 697.4)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M

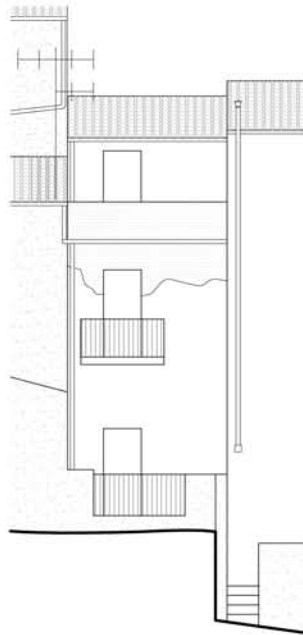




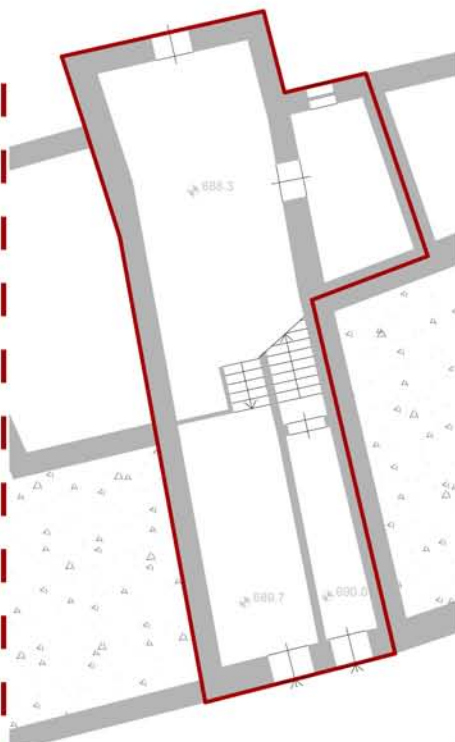
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLULA UNICA CHE ATTRAVERSA TRASVERSALMENTE L'INTERO ISOLATO AFFACCIANDOSI SU ENTRAMBI I FRONTI. IL PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA È COSTITUITO DA DUE LIVELLI. IL SISTEMA DEL DOPPIO INGRESSO PERMETTE L'ACCESSO DIRETTO AL PIANO SUPERIORE ATTRAVERSO UNA SCALA AFFIANCATA ALL'INGRESSO DIRETTO AL PIANO TERRA. LA SEPARAZIONE DEL PIANO TERRA CON I SOPRASTANTI LIVELLI FA PRESUMERE UNA DIFFERENZA DI PROPRIETARI E QUINDI UNA SUCCESSIVA DIVISIONE DELL'UNITÀ ABITATIVA ORIGINARIA.



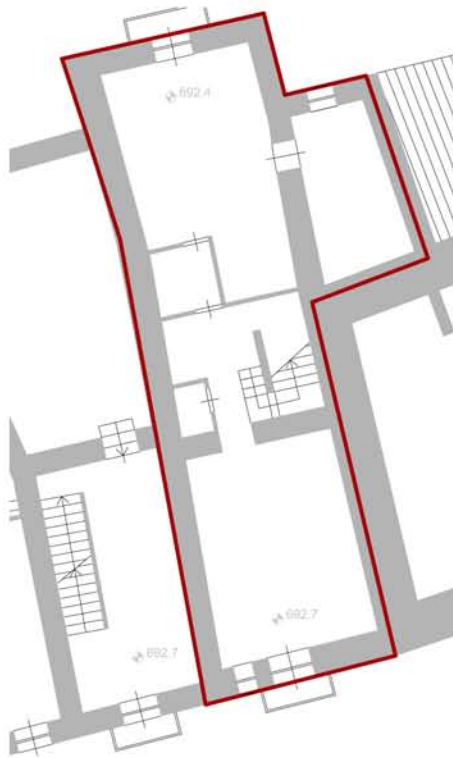
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



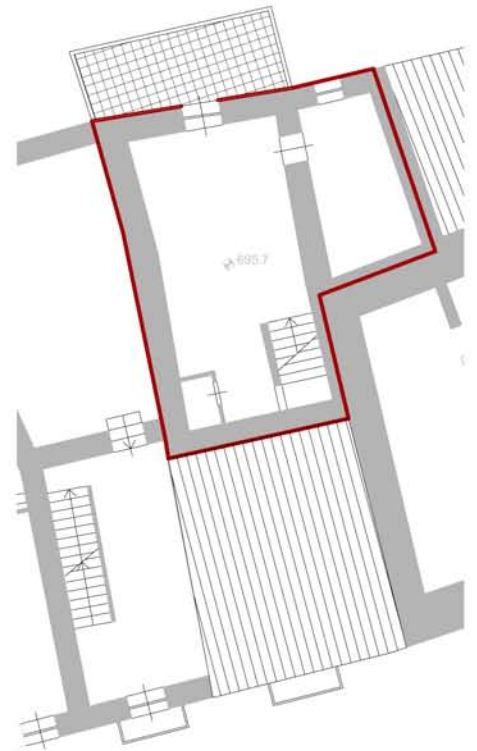
PROSPETTO SU COSTA S.FRANCESCO (2011)



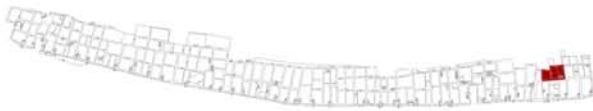
PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 690.4)



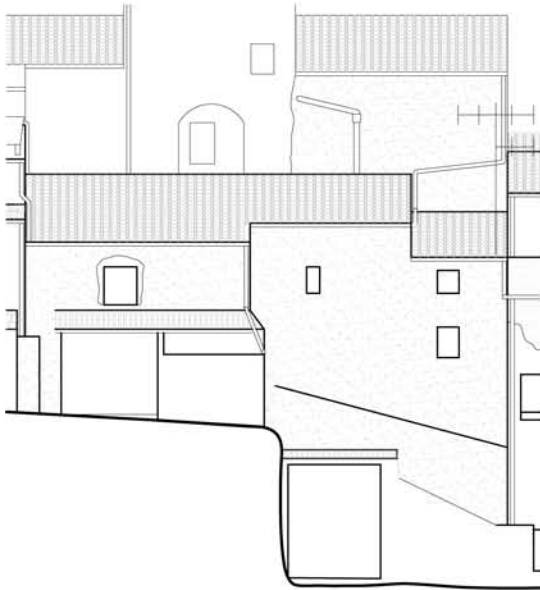
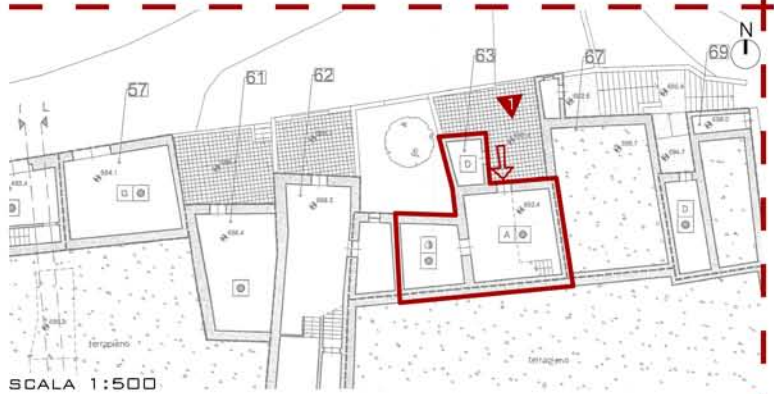
PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 694.0)



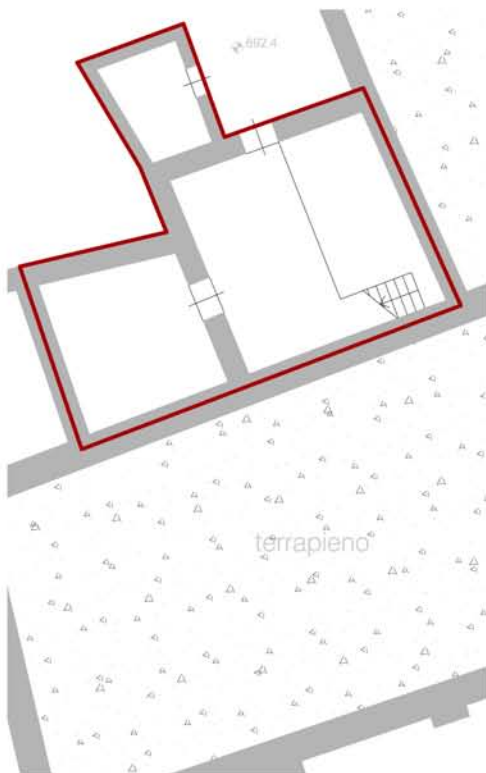
PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 697.4)



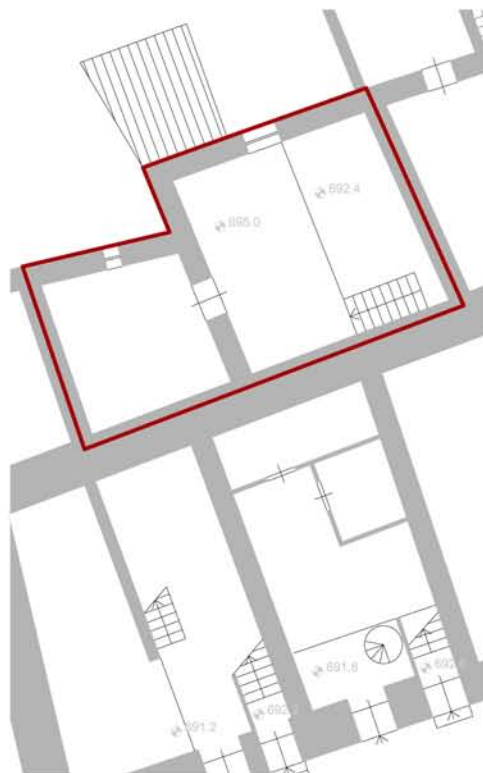
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLULA BASE E DALL'AGGREGAZIONE DI VARI AMBIENTI CHE SONO ANDATI AGGIUNGENDOSI VIA VIA NEL CORSO DEGLI ANNI. L'EDIFICIO PROSPETTA SULLA COSTA S. FRANCESCO ED È COSTITUITO DA DUE LIVELLI. IL CONFRONTO CON UNA FOTO DEL 1999 EVIDENZIA ALCUNE MODIFICHE NEL SISTEMA DELLE APERTURE, E L'INSERIMENTO DI UN CORPO DI FABBRICA ANTISTANTE.



PROSPETTO SU COSTA S.FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 694.7)



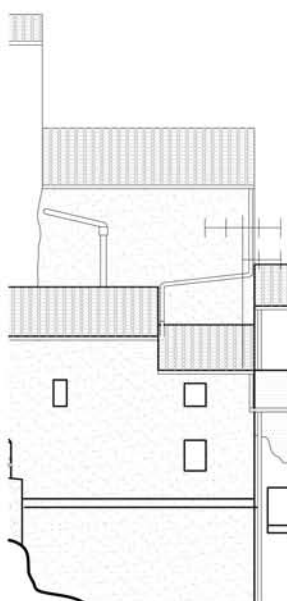
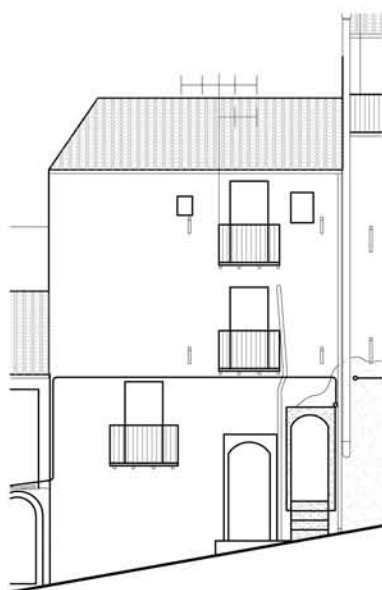
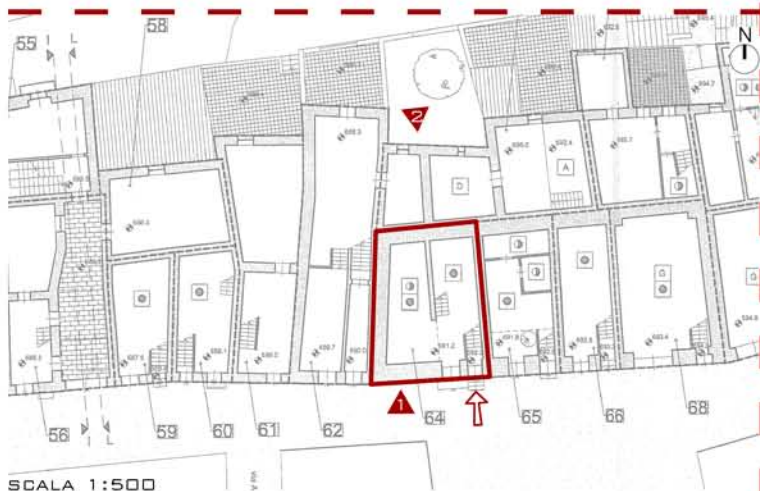
PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 697.2)





UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLA UNICA CHE SI RIPETE SU TRE LIVELLI. L'EDIFICIO PRESENTA IL PROSPETTO PRINCIPALE SU VIA MISERICORDIA DOVE SONO PRESENTI DUE INGRESSI SECONDO IL SISTEMA EVOLUTIVO DELLA CELLULA BASE DESCRITTO NEL PARAGRAFO 3.1. IL LIVELLO PRIMO E SECONDO PRESENTANO LE APERTURE SOLO SUL FRONTE PRINCIPALE MENTRE RISULTANO CHIUSI SUGLI ALTRI TRE PROSPETTI A CAUSA DELLA PRESENZA DELLE UNITÀ ABITATIVE SUI LATI E SUL RETRO VERSO LA COSTA S. FRANCESCO. SOLO L'ULTIMO LIVELLO PRESENTA UN PROSPETTO SUL RETRO ANCHE SE PRIVO DI APERTURE.

# UNITÀ EDILIZIA 64



PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011)



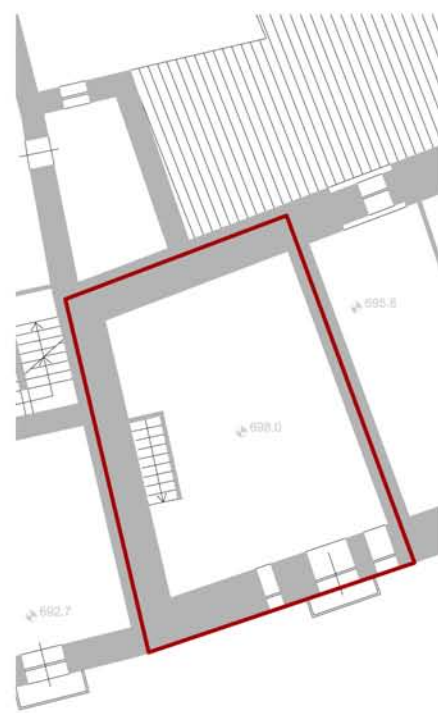
PROSPETTO SU COSTA S.FRANCESCO (2011)



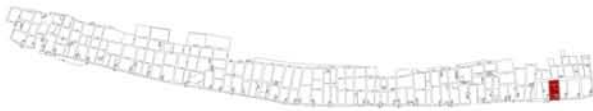
PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 694.7)



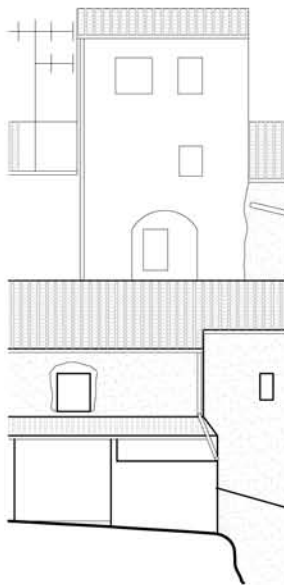
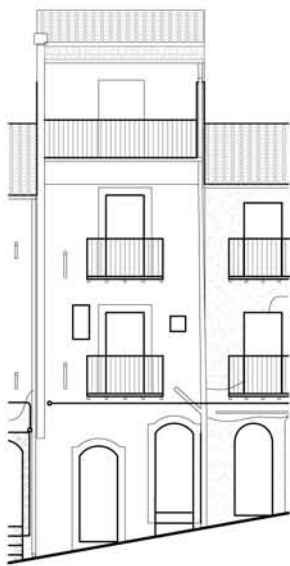
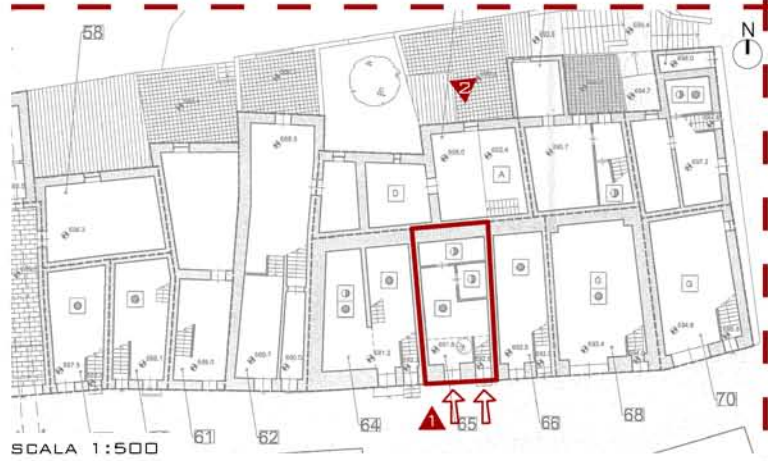
PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 697.2)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 699.6)



UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLA UNICA CHE SI RIPETE SU QUATTRO LIVELLI. L'EDIFICIO PRESENTA IL PROSPETTO PRINCIPALE SU VIA MISERICORDIA DOVE SONO PRESENTI DUE INGRESSI SECONDO IL SISTEMA EVOLUTIVO DELLA CELLULA BASE DESCRITTO NEL PARAGRAFO 3.1. DAL CONFRONTO CON UNA FOTO DEL 1999 SONO VISIBILI I LAVORI DI RIFACIMENTO SUL PROSPETTO, LA RIMOZIONE DELL'INTONACO, LA SOSTITUZIONE DELLA COPERTURA E LA MODIFICA DI ALCUNI IMPIANTI TRA CUI L'INSERIMENTO DI UNA NUOVA CANNA FUMARIA.



PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011-1999)



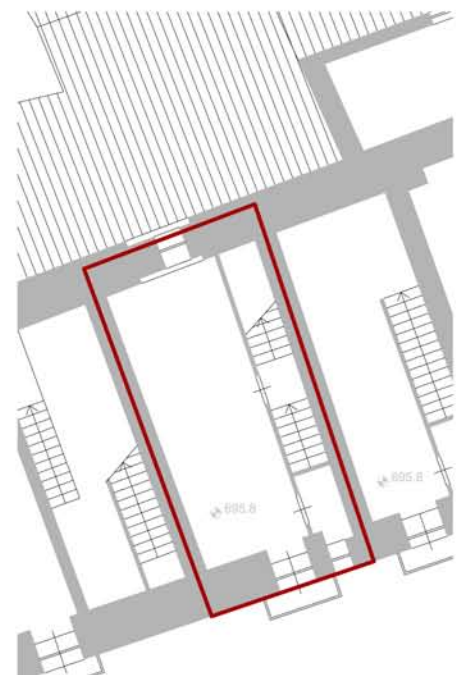
PROSPETTO SU COSTA S.FRANCESCO (2011)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 694.7)

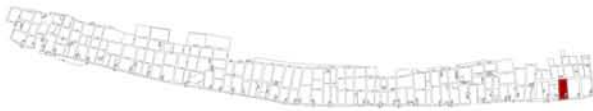


PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 697.2)

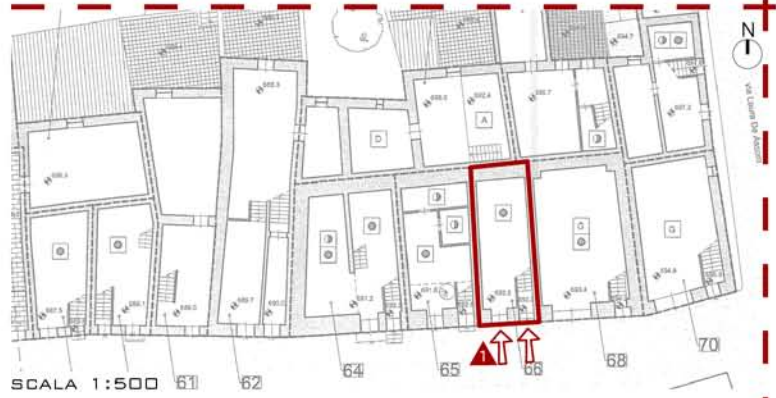


PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 699.6)

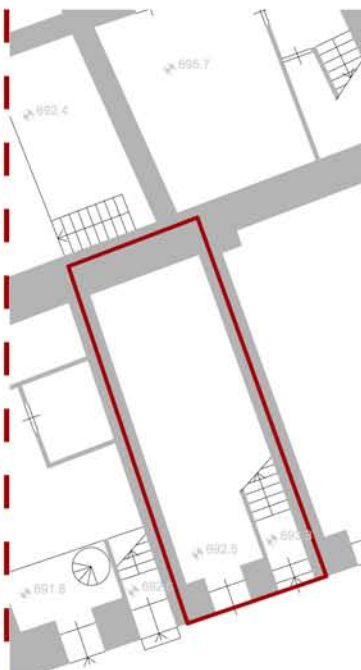




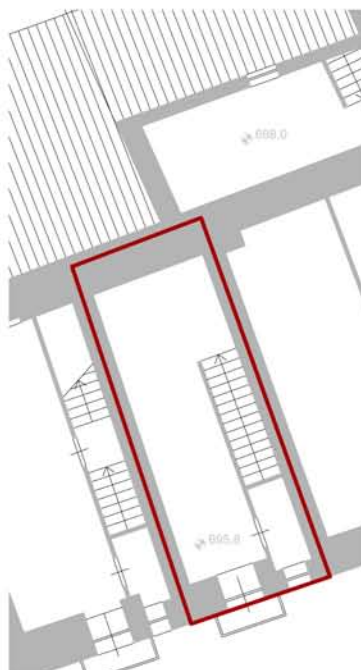
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLA UNICA CHE SI RIPETE SU TRE LIVELLI. L'EDIFICIO PRESENTA UN UNICO PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA SU CUI SONO POSTE LE UNICHE APERTURE CHE PERMETTONO L'ILLUMINAZIONE E AERAZIONE DEGLI AMBIENTI INTERNI. SUL PROSPETTO SONO PRESENTI DUE INGRESSI SECONDO IL SISTEMA EVOLUTIVO DELLA CELLULA BASE DESCRITTO NEL PARAGRAFO 3.1.



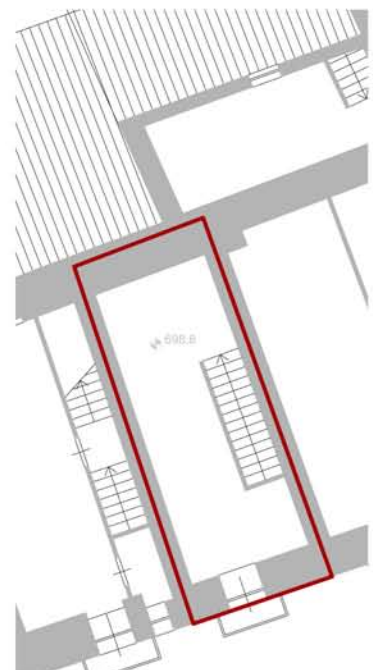
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011-1999)



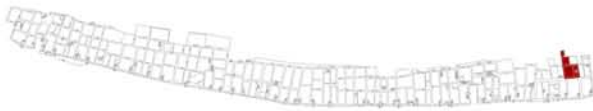
PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 694.7)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 697.2)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 699.6)



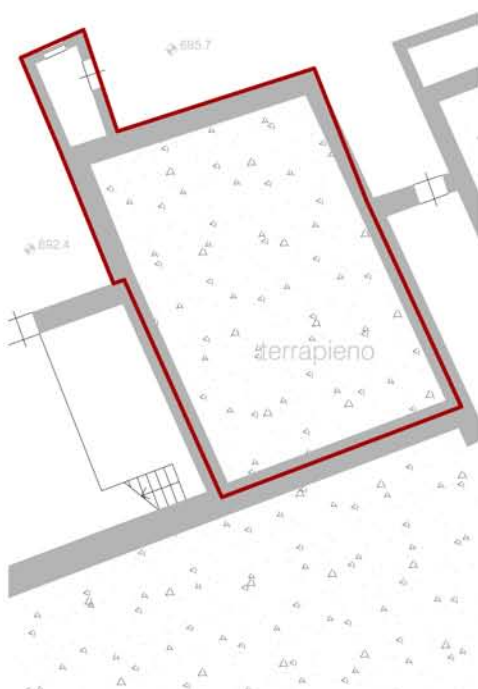
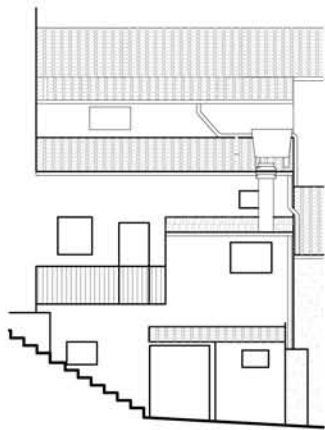
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DALL'AGGREGAZIONE DI VARI AMBIENTI CHE SONO ANDATI AGGIUNGENDOSI VIA VIA NEL CORSO DEGLI ANNI. L'EDIFICIO PROSPETTA SULLA COSTA S. FRANCESCO ED È COSTITUITO DA DUE LIVELLI. IL CONFRONTO CON UNA FOTO DEL 1999 EVIDENZIA L'APERTURA ALCUNE MODIFICHE NEL SISTEMA DELLE APERTURE, IL RIFACIMENTO DELL'INTONACO SUL PROSPETTO E ALCUNE MODIFICHE NEL SISTEMA DEGLI IMPIANTI (AGGIUNTA DELLA CANNA FUMARIA)



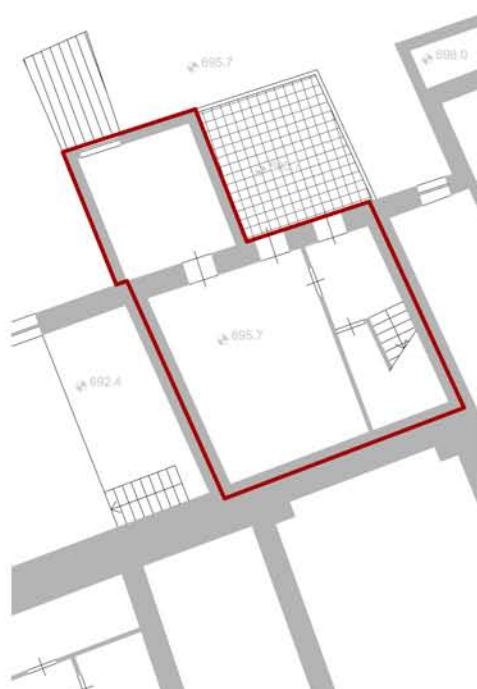
SCALA 1:500



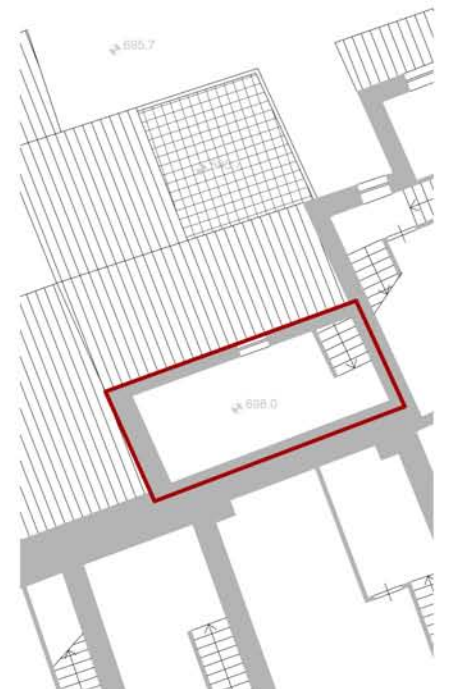
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO (2011-1999)



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 694.4)

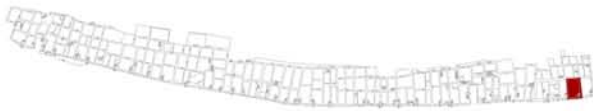


PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 697.4)



PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 699.6)





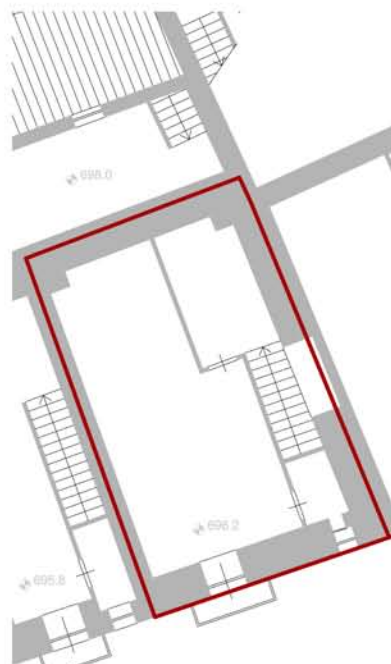
UNITÀ ABITATIVA COSTITUITA DA UNA CELLA UNICA CHE SI RIPETE SU TRE LIVELLI. L'EDIFICIO PRESENTA UN UNICO PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA SU CUI SONO POSTE LE UNICHE APERTURE CHE PERMETTONO L'ILLUMINAZIONE E AERAZIONE DEGLI AMBIENTI INTERNI. DAL CONFRONTO FOTOGRAFICO CON UNO SCATTO DEL 1999 SONO BEN VISIBILI I LAVORI DI RIFACIMENTO DELLE MOSTRE DEGLI INFISSI PER UNA LARGHEZZA DI CIRCA 30 CM E DI STUCCATURA E STILATURA DEI GIUNTI DELLA MURATURA A FACCIA VISTA.



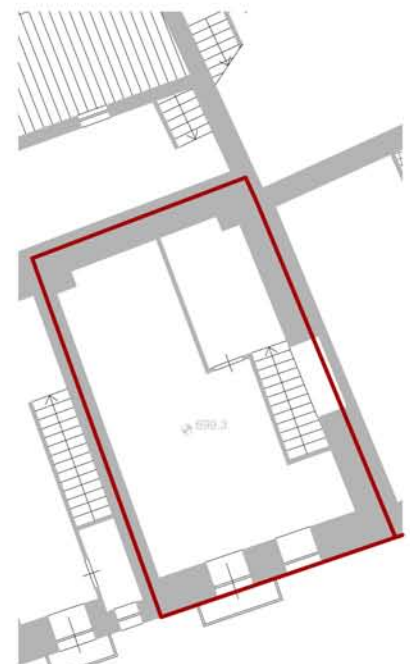
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA (2011-1999)



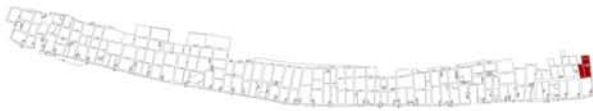
PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 694.4)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 696.5)



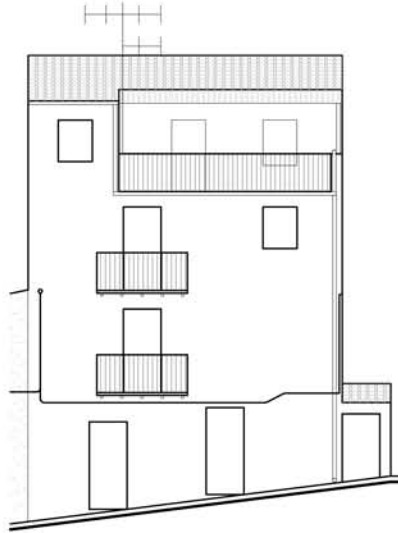
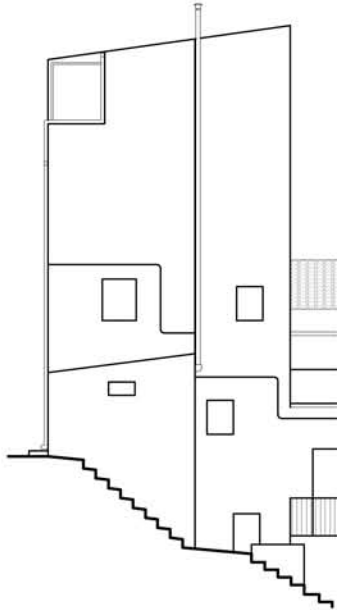
PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 699.9)



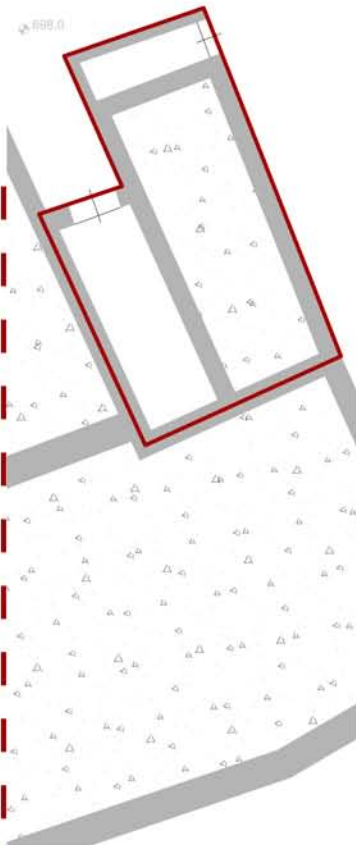
UNITÀ ABITATIVA DI TESTATA SUL LATO EST DELL'ISOLATO CHE PROSPETTA SULLA COSTA S. FRANCESCO. IN PIANTA L'EDIFICIO RISULTA COSTITUITO DA TRE VANI E SI ELEVA PER BEN QUATTRO LIVELLI. IL PROSPETTO PRINCIPALE DA CUI SI ACCDE ALL'EDIFICIO SI TROVA SU VIA DE ASSORDO, PROSPETTO SU CUI SI TROVANO TUTTE LE APERTURE. SUL LATO DI VIA MISERICORDIA L'EDIFICIO PRESENTA UN PROSPETTO COMPLETAMENTE CIECO MENTRE SULLA COSTA S. FRANCESCO LO È PARZIALMENTE.



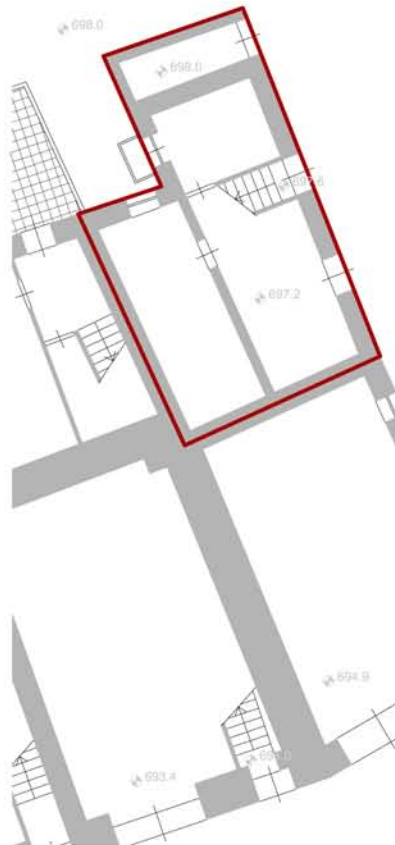
SCALA 1:500



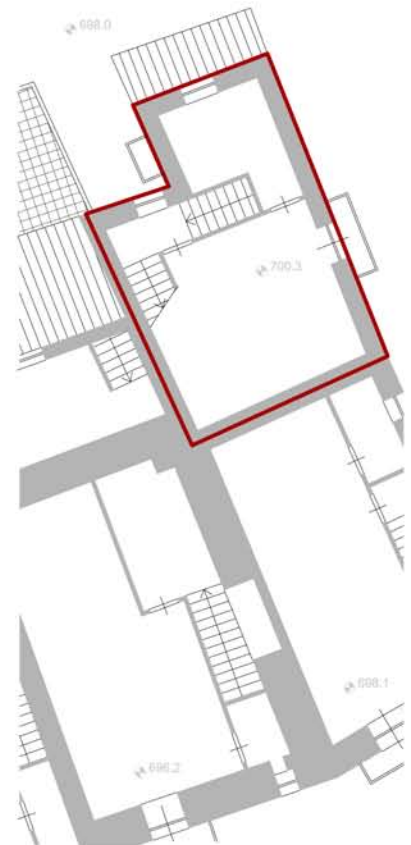
PROSPETTO SU COSTA S. FRANCESCO



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 694.4)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 698.8)



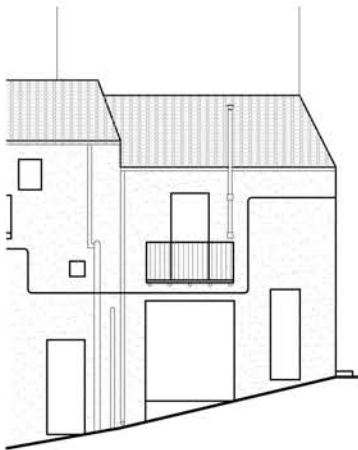
PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 701.8)

SCALA 1:200 0 1 2 4 5M

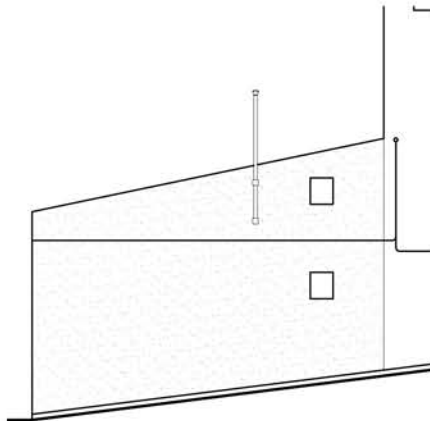




UNITÀ ABITATIVA DI TESTATA DELL'ISOLATO, SUL LATO EST, COSTITUITA DA UN'UNICA CELLULA A CUI SI ACCEDE DAL PROSPETTO PRINCIPALE SU VIA MISERICORDIA. L'EDIFICIO PRESENTA DUE LIVELLI, IL PRIMO DESTINATO A GARAGE, IL SECONDO AD ABITAZIONE. LA PRESENZA DEL DOPPIO ACCESSO SUL PROSPETTO PRINCIPALE DENOTA LA SUCCESSIVA SOPRELEVAZIONE IN UN DATO MOMENTO STORICO, DAL QUALE, ATTRAVERSO L'INSERIMENTO DI UN SOLAIO, SI È RESO POSSIBILE L'ACCESSO AL PIANO SUPERIORE DIRETTAMENTE DAL PORTONE D'INGRESSO ATTRAVERSO UNA SCALA.



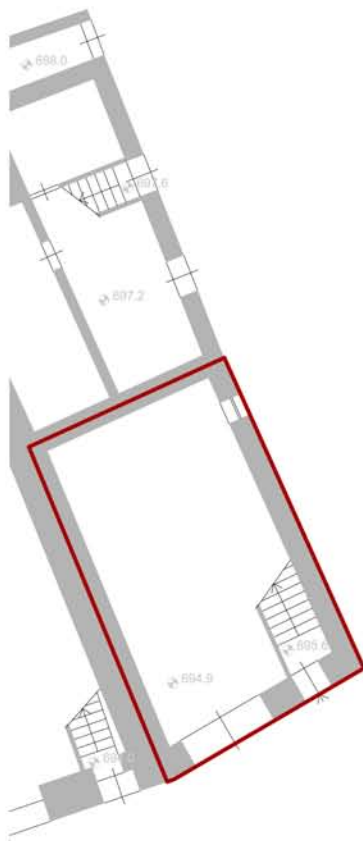
PROSPETTO SU VIA MISERICORDIA



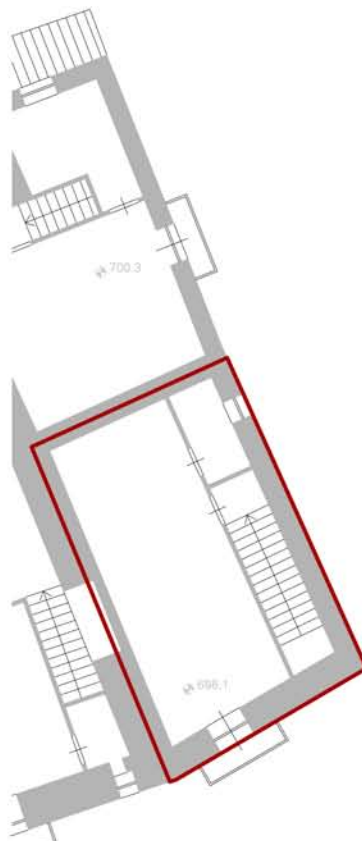
PROSPETTO SU VIA DE ASSORO



PROSPETTO ANGOLO  
VIA MISERICORDIA VIA DE ASSORO



PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 696.5)



PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 699.9)

### 3.2. Verifica a scala dell'edificio scelto e indagini strumentali.

L'unità edilizia contrassegnata dal n. 22 risulta essere, per caratteri, materiali e stato di conservazione, rappresentativa della gran parte degli edifici appartenenti al quartiere Monte nel centro storico di Piazza Armerina. Benché non rientri nei cosiddetti "edifici monumentali", l'edificio in questione può essere considerato un esempio significativo delle tecniche costruttive comunemente impiegate nelle costruzioni del centro storico piazzese. Il manufatto, seppur un blocco unitario, allo stato attuale risulta suddiviso in quattro proprietà. Lo stesso presenta inoltre una duplice valenza architettonica in quanto risulta realizzato in due epoche diverse riassumendo quindi le tecniche costruttive tradizionali e quelle di epoca più moderna (risalente agli anni '60 dello scorso secolo) proprie della gran parte delle unità edilizie che compongono l'isolato oggetto della ricerca. Due sono le fasi costruttive significative: la prima, che include il piano terra e parte del primo piano, è riconducibile alla seconda metà del 1800 (come anche denunciato dalla data 1869 incisa sul concio di chiave dell'arco di accesso); la seconda fase, che riguarda parte del primo piano, il secondo ed il terzo, è riferibile agli anni '60 dello scorso secolo. La presenza di queste due fasi, e quindi della diversità della tecniche costruttive impiegate, ha permesso di effettuare un duplice ragionamento sulle



Prospetto principale su Via Misericordia (parte risalente agli anni'60)



Arco d'accesso alla corte sulla cui chiave è incisa la

possibili scelte progettuali da effettuare per il miglioramento energetico dell'intero edificio. Anche per quanto riguarda la destinazione d'uso dell'edificio si riconferma la stessa suddivisione che caratterizza le due fasi del manufatto. Il piano terra, allo stato attuale appartenente a tre diversi proprietari, ha ospitato, fino agli anni Sessanta del secolo scorso, la prima sede del comune. L'accesso ai locali comunali avveniva esclusivamente dalla corte del piano terra attraverso il portale ad arco su via Misericordia. I locali ai piani superiori invece, allo stato attuale di pertinenza delle chiese di S. Martino e del Crocifisso, hanno ospitato una scuola elementare fino agli anni Ottanta dello scorso secolo. L'accesso in questo caso avveniva, ed è così ancora oggi, attraverso il portone d'ingresso posto sul prospetto principale (su via Misericordia) che, tramite una prima rampa di scale, conduceva al primo piano. La distinzione degli ingressi all'interno dello stesso edificio segue lo schema di evoluzione della particella edilizia di base descritto nel par. 3.1.

Le operazioni di rilievo hanno evidenziato la presenza di muratura in pietra mista a elementi in laterizio dello spessore di circa 50-60 cm; di solai in legno tra il piano terra e il primo piano; di una volta a botte in pietra al piano terra, di volte di controsoffitto in canne e gesso in alcuni ambienti al primo piano. Al livelli superiori invece, seppur in alcuni ambienti gli spessori murari rimangano ancora consistenti (circa 40 cm) si nota la presenza di solai latero-cementizi e di travi emergenti.



Particolate della muratura in pietra calcarea mista a laterizio in un locale del piano terra



Particolare dell'arco d'accesso ad uno dei locali del piano terra

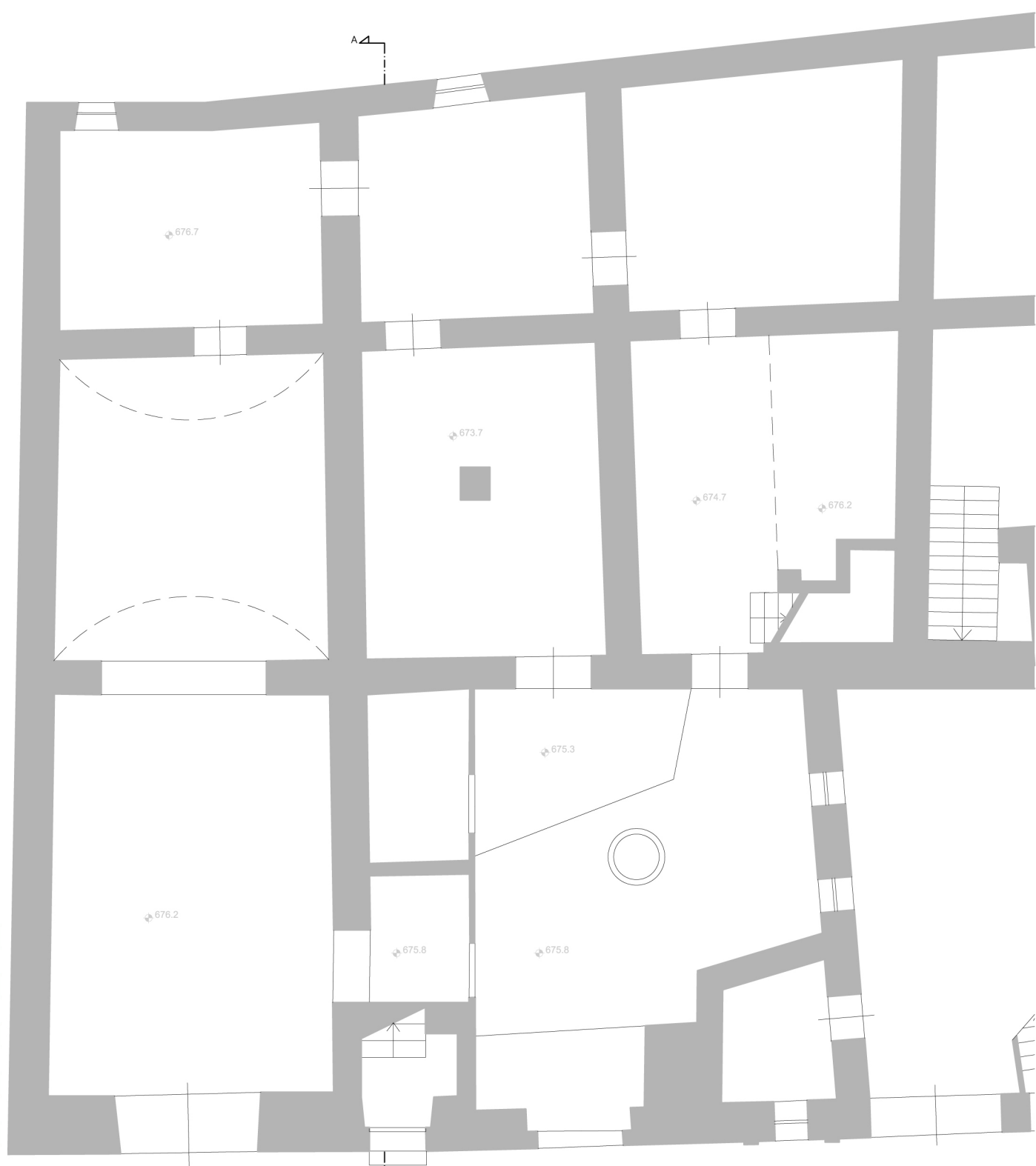
Queste caratteristiche fanno dell'unità edilizia n.22 un esempio interessante per la trasmissibilità e la diffusione dei dati riferiti nella ricerca. Per queste ragioni l'edificio è stato utilizzato come esempio-tipo sul quale pensare di applicare le tecniche di

miglioramento energetico selezionate; valutare la loro efficacia; calcolare il miglioramento dell'efficienza energetica ottenibile; ipotizzare i costi di intervento e verificare la compatibilità degli interventi con i caratteri morfologici e materici di una più vasta casistica di fabbriche storiche e la loro reversibilità.

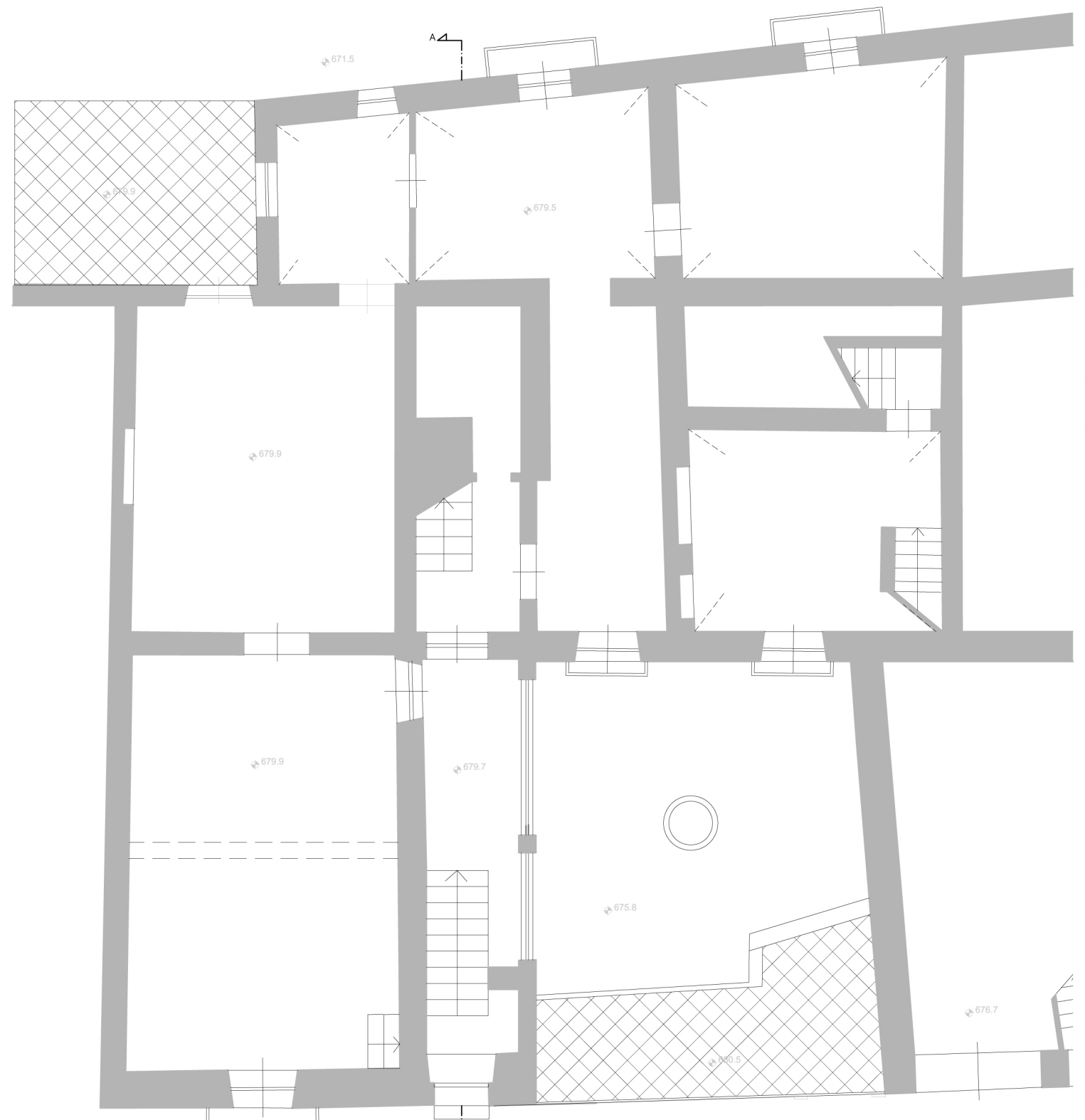
L'edificio è stato scomposto in tutte le sue parti, analizzandolo dal punto di vista costruttivo, tecnologico, materico e geometrico, in modo tale da creare un database di informazioni che permettessero la piena conoscenza del manufatto, delle sue caratteristiche tecniche ed energetiche. Questa base iniziale è stata implementata con tutte le informazioni e i dati tecnici derivanti dall'analisi specifica degli interventi possibili. La combinazione dei dati emersi dal rilievo dell'edificio con quelli emergenti dalla disamina delle operazioni di miglioramento energetico possibili ha permesso la valutazione di ogni singolo intervento a cui sono state dedicate schede specifiche.



***Rilevo dell'edificio***



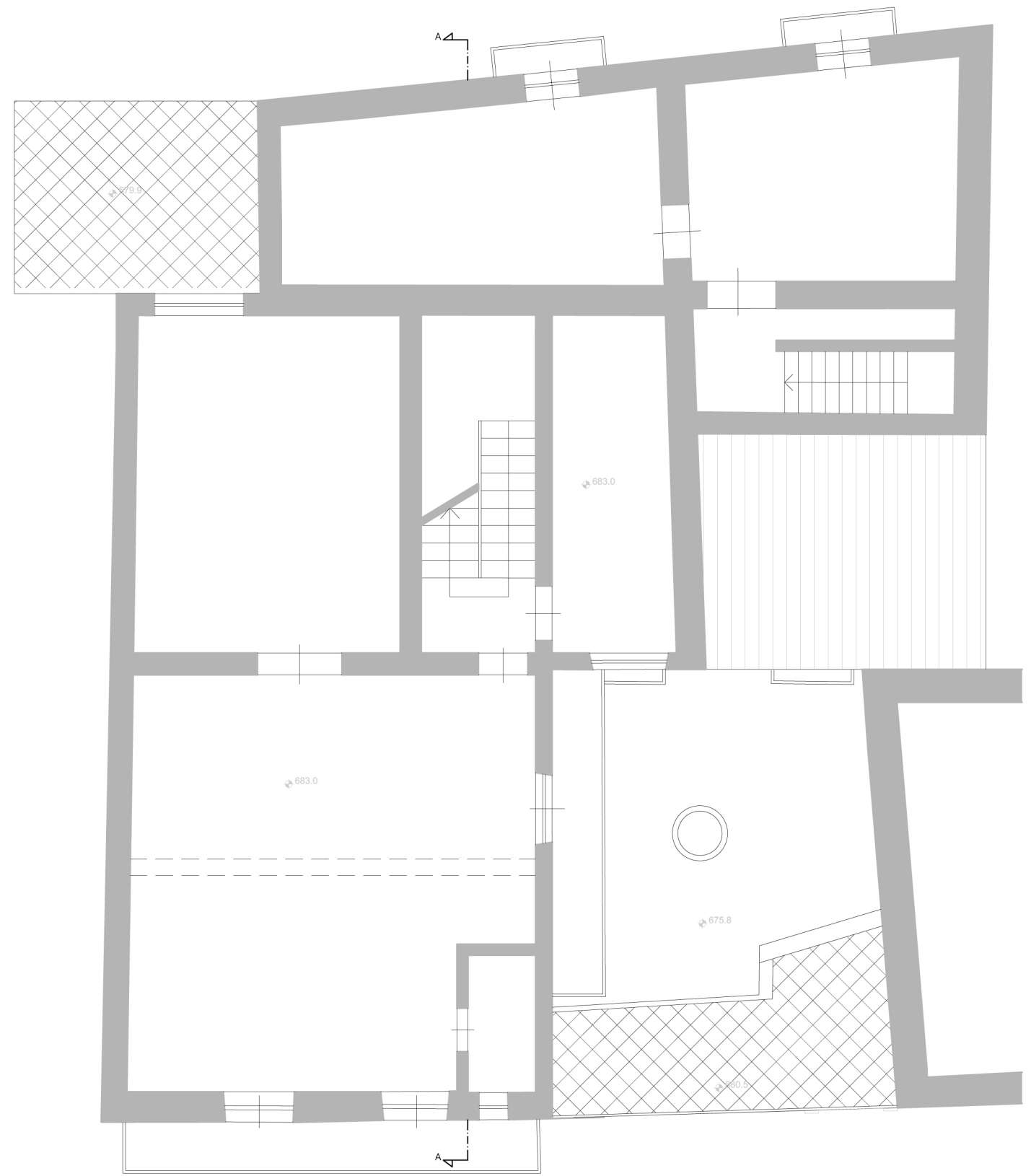
PIANTA PRIMO LIVELLO (QUOTA 677.3)



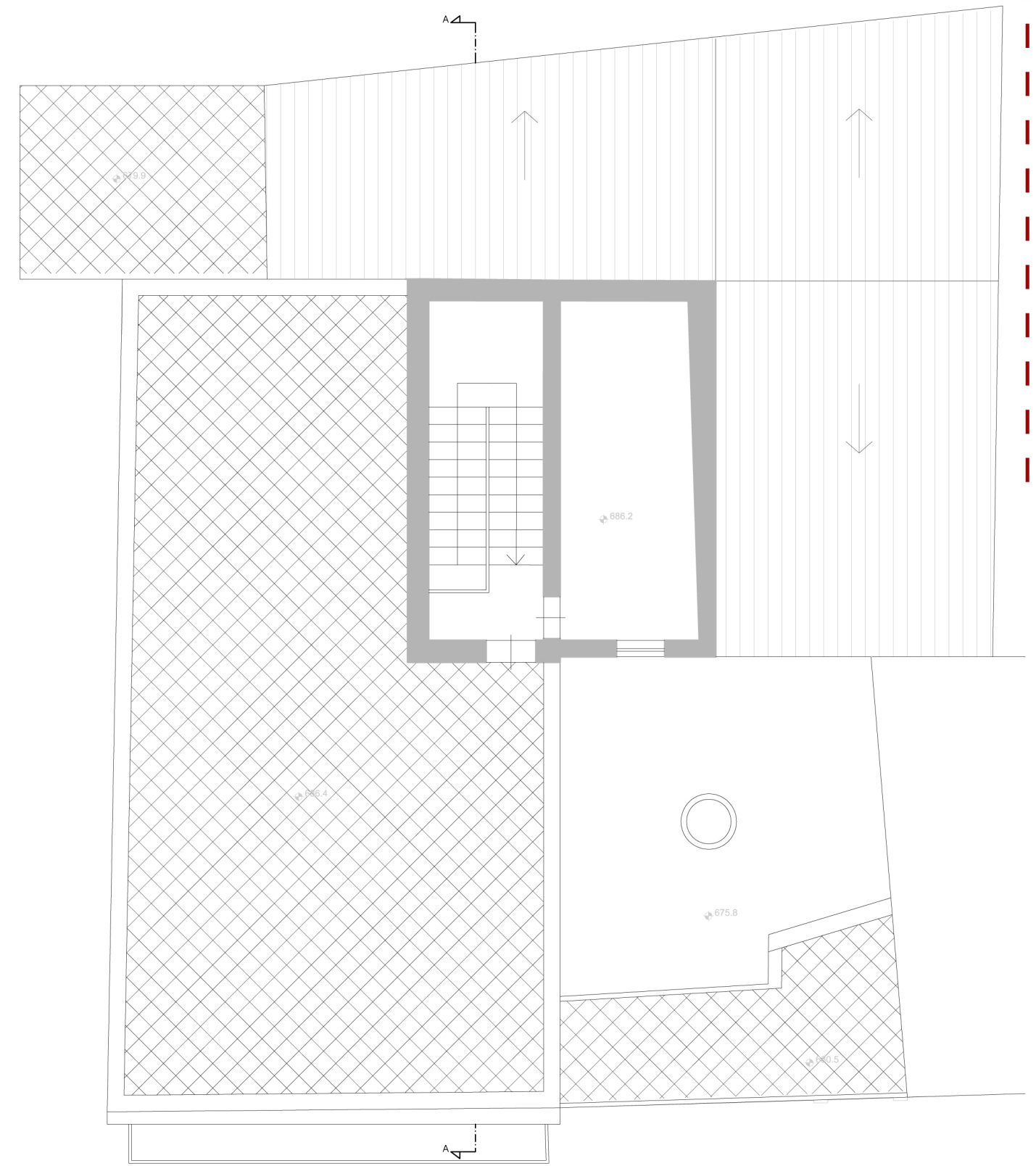
PIANTA SECONDO LIVELLO (QUOTA 680.9)







PIANTA TERZO LIVELLO (QUOTA 684.0)



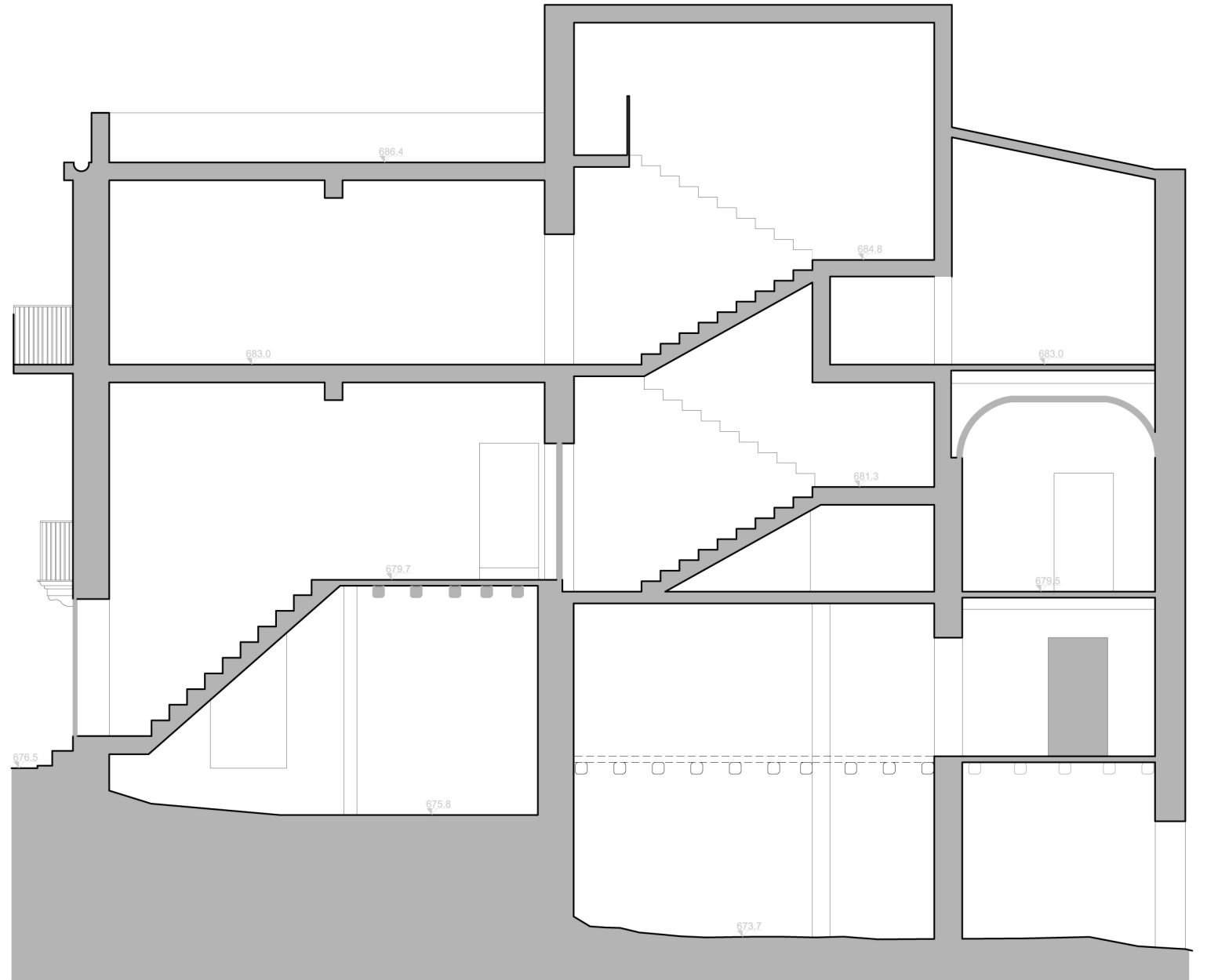
PIANTA QUARTO LIVELLO (QUOTA 687.2)







PROSPETTO PRINCIPALE SU VIA MISERICORDIA



SEZIONE AA





### 3.2.1. Scelta del software per la simulazione del comportamento energetico: limiti e difficoltà.

Il panorama tecnologico dei software per la valutazione del comportamento energetico degli edifici allo stato attuale risulta molto ricco, seppure ognuno di questi strumenti abbia diversi livelli di affidabilità, di certificazione, di costo, di difficoltà di utilizzo. Negli ultimi anni, il mercato dei modelli di calcolo per la valutazione del comportamento energetico si è evoluto con estrema rapidità e impiego di risorse. Lo sviluppo di strumenti per la valutazione energetica degli edifici è in continua trasformazione. Tutti i modelli per la simulazione del comportamento energetico dell'edificio sufficientemente accurati hanno subito valutazioni, calibrazioni e certificazioni<sup>1</sup>. Non solo sono disponibili ormai centinaia di strumenti, ma sono anche disponibili numerosi studi di comparazione delle prestazioni dei modelli già sviluppati e testati. In definitiva, ai fini della scelta di un software di simulazione, risulta essere di fondamentale importanza l'abbinamento tra le richieste, la fase e gli obiettivi del progetto e le potenzialità del metodo. L'esigenza di determinare le grandezze che caratterizzano le prestazioni energetiche dell'edificio è supportata anche dalle richieste non solo dei decreti legislativi di carattere nazionale e regionale, bensì anche dai protocolli di valutazione della sostenibilità ambientale delle costruzioni.<sup>2</sup>

Una simulazione del comportamento energetico<sup>3</sup> dell'edificio è una rappresentazione matematica del comportamento fisico di ogni suo componente. Tuttavia, essa *“non può replicare precisamente una costruzione reale in quanto tutte le simulazioni sono basate su una serie di ipotesi fondamentali che ne pregiudicano l'accuratezza. Ammesso che la simulazione abbia una rappresentazione teoricamente perfetta del funzionamento di un edificio, essa non può replicare perfettamente le reali dinamiche che regolano il comportamento energetico. Ad esempio, il clima può variare*

<sup>1</sup>Non tutti i software presenti nel mercato presentano lo stesso grado di attendibilità, per questo si può fare riferimenti a quelli certificati dal CTI (Comitato Termotecnico Italiano) il cui elenco è disponibile in <http://www.cti2000.it/index.php?controller=sezioni&action=show&subid=34>

<sup>2</sup> In Italia i protocolli di valutazione della sostenibilità ambientale delle costruzioni presenti sono ITACA e LEED. Il protocollo Itaca è un sistema di valutazione della sostenibilità energetico-ambientale degli edifici introdotto ed approvato nel 2004 dal Gruppo di Lavoro Interregionale in materia di Bioedilizia con lo scopo di formulare una serie di regole condivise a livello nazionale per la definizione di progetti con caratteristiche di bioedilizia; il protocollo LEED prevede gli standard LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ovvero parametri per l'edilizia sostenibile, sviluppati negli Stati Uniti e applicati in 40 Paesi del mondo, dal 2009 anche in Italia.

<sup>3</sup> Per “comportamento energetico” si intende sia quello che in letteratura viene indicato come “energy behaviour” ovvero le variazioni della domanda energetica e delle condizioni al contorno, sia la prestazione energetica dell'edificio.

*rispetto ai dati meteorologici disponibili; gli impianti non lavorano mai precisamente come previsto dalle curve di funzionamento a carico parziale; le prestazioni possono anche variare con l'età dell'impianto e con il numero effettivo di ore lavorate dall'ultima opera di pulizia o manutenzione. Per tale ragione, bisogna porre particolare attenzione nell'interpretazione dei risultati, in quanto costituiscono una rappresentazione relativa di come funziona, o può funzionare, un sistema edificio-impianto*<sup>4</sup>. Tuttavia, un software di simulazione degli edifici è una risorsa di valido supporto se interpretata ed usata propriamente. E' possibile considerare infatti che un'errata immissione dei dati o una scorretta interpretazione degli stessi può portare a risultati ben lontani dalla realtà dell'edificio. A questo si aggiunge la specificità di ogni diverso sistema che rende il confronto tra due o più soluzioni impiantistiche o architettoniche, seppur effettuato sotto le stesse ipotesi fondamentali, molto significativo. Una comprensione generale ma chiara delle metodologie usate in un programma di simulazione e dei loro limiti è essenziale per la comprensione e la corretta interpretazione dei risultati ottenuti dal calcolo. Questione da valutare risulta essere anche l'uso di strumenti che seguono metodi di calcolo semplificato, in regime stazionario (quello impiegato attualmente in Italia per la certificazione energetica) o in regime dinamico. Nel primo caso si tratta di calcoli approssimativi poiché partono considerando trascurabili le variazioni stagionali della temperatura e la radiazione solare. Per tale ragione è possibile prendere a riferimento i dati climatici medi, mensili o stagionali. Nel secondo caso, invece, si tratta di strumenti più elaborati e maggiormente applicabili al campo dell'architettura poiché tengono conto dell'inerzia termica delle murature, della ventilazione naturale e possono essere utilizzati sia per calcoli in regime invernale che estivo. Naturalmente questi ultimi richiedono una grande precisione nell'inserimento dei dati (sia climatici che dell'edificio) e soprattutto restituiscono dati interpretabili esclusivamente da tecnici del settore.

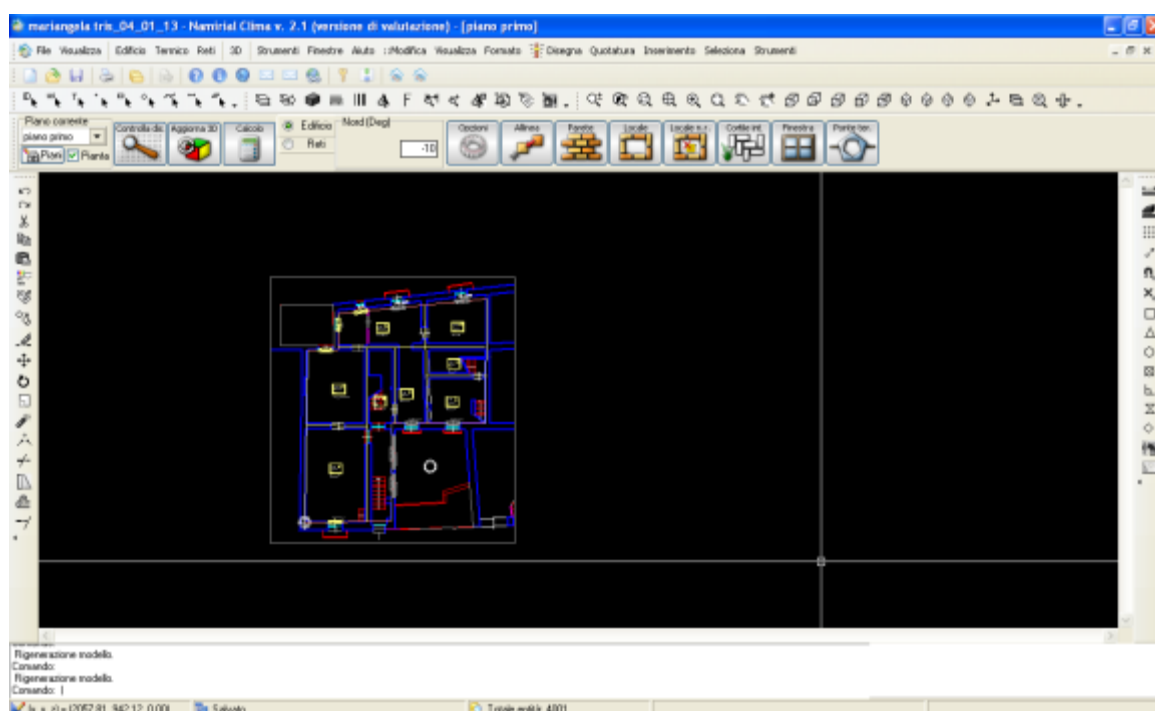
Allo stato dell'arte così riassunto, è possibile aggiungere che gli strumenti informatici di analisi e simulazione energetica degli edifici sono quasi esclusivamente pensati per aiutare il progettista nella fase preliminare della progettazione di edifici nuovi. Utilizzare uno di questi software per eseguire delle valutazioni sul comportamento energetico di un edificio esistente (ancor più se antico) presenta non poche difficoltà. Il comportamento termico degli edifici antichi dipende in gran parte dall'inerzia termica

---

<sup>4</sup> R. ADHIKARI, E. LONGO, V. PRACCHI, A. ROGORA, E. ROSINA, G. SCHIPPA, *Efficienza energetica e conservazione*, in Biscontin G., Driussi G., (a cura di), *Governare l'innovazione, processi, strutture, materiali e tecnologie tra passato e futuro. Metodi, compatibilità, cantieri*, Atti del XXVII Convegno "Scienza e Beni Culturali" (Bressanone, 21-24 giugno 2011), Venezia 2011, p. 677.

della muratura e dal fatto che le strutture sono per lo più costituite da materiali che trattengono l'umidità. Nella maggior parte dei casi si tratta di edifici che non presentano un impianto di riscaldamento, o se ce l'hanno, questo serve a garantire livelli di prestazione molto variabili, diversamente da quanto avviene nell'edilizia contemporanea. Le maggiori limitazioni inoltre si riferiscono alla fase di inserimento dei dati che diventa alquanto complessa se bisogna inserire degli spessori murari incostanti (condizione molto diffusa nel caso di edifici storici), o altezze interne variabili, e ogni qualvolta si voglia sintetizzare quelle condizioni "anomale" proprie delle architetture storiche.

Alla luce delle considerazioni fatte la scelta dello strumento informatico da utilizzare per descrivere il comportamento energetico dell'edificio scelto come caso



Software Namirial Clima. Schermata di interfaccia grafica

studio si è orientata, dopo un'attenta valutazione e vari tentativi di utilizzo, verso un software più sofisticato (*Namirial Clima2.1*) utilizzato e reperito grazie alla collaborazione multidisciplinare del dott. Ing. Francesco Randisi.<sup>5</sup> Il programma presenta un'interfaccia molto simile ai più comuni CAD in commercio consentendo l'importazione di disegni in dwg da



Campione di tipologia muraria presente nell'edificio studiato

<sup>5</sup> Ingegnere meccanico con ampia esperienza nel settore impiantistico-ambientale.

utilizzare come base per la realizzazione del progetto termotecnico. Gli strumenti automatici di disegno presentano un l'input grafico molto semplice e facilmente gestibile anche dai professionisti comuni. Lo strumento del visualizzatore 3d, che genera rendering dell'edificio studiato, facilita il controllo della correttezza dei dati geometrici inseriti.

Seppure l'interfaccia e gli strumenti di disegno agevolino le operazioni della costruzione della "scatola edificio", le operazioni di inserimento dei dati dimensionali, materici, formali, tipologici, etc., relativi ad un edificio storico, ed in particolare all'edificio oggetto dello studio, risultano alquanto problematiche. Tra le prime operazioni di

Software Namirial Clima. Schermata per l'inserimento dei dati generali relativi all'edificio

input dei dati, dopo aver inserito le caratteristiche generali dell'edificio, bisogna impostare l'impianto di riscaldamento esistente. Il programma non prevede un edificio sprovvisto di impianto di riscaldamento, caratteristica molto comune agli edifici storici. Nel caso in esame quindi si è dovuto ipotizzare, per potere effettuare il calcolo<sup>6</sup>, un impianto ad aerotermi elettrici. Anche nella definizione dell'involucro murario è stato necessario apportare dei puntuali correttivi. Pur disponendo di approfonditi dati costruttivi e petrografici<sup>7</sup>, si è dovuto procedere necessariamente ad una

<sup>6</sup> La definizione di un impianto di riscaldamento tra le informazioni preliminare durante la fase di inserimento dati è prevista dal software come una operazione indispensabile per poter l'elaborazione del calcolo del fabbisogno termico dell'edificio.

<sup>7</sup> Le caratteristiche petrografiche del litotipo costituente gran parte degli edifici del centro storico di Piazza Armerina sono descritte in A. ABBATE, F. ANTONELLI, L. BACCILLE SCUDELER, S. CANCELLIERE, L. LAZZARINI, F. MANNUCCIA, *La pietra di Piazza Armerina (EN): origine, caratteristiche fisico-meccaniche e degrado, con un esempio di studio* in C. Gattuso, G. Mirocle Crisci (a cura di), *Archeometria del costruito storico: materiali, strutture e rischio sismico*, Bari, 2006.



approssimazione poiché l'archivio materiali non consentiva di tenere conto della presenza dei ripianamenti in frammenti di laterizio diffusi nella tipologia muraria piazze. Le tipologie murarie, composte da bozze di pietra di dimensioni variabili tra i 20 e i 40 cm, laterizi e scaglie di pietra per i ripianamenti e per il riempimento degli spazi tra le bozze, sono state approssimate ad una "muratura in pietra naturale" prevista dall'archivio libreria del software che prende come riferimento le caratteristiche e le tipologie di materiali stabilite dalla normativa tecnica UNI 10351 e UNI 10355. Nel caso di edifici esistenti queste caratteristiche fisiche sono fornite dalla normativa UNI 11300 parte 1 appendice B che riporta un abaco di strutture utilizzate più comunemente nell'edilizia italiana attribuendo ai singoli materiali dei valori medi di conducibilità e densità. Sarebbe necessario avviare una ricognizione dei materiali propri degli edifici storici in termini di caratteristiche di conducibilità, densità, calore specifico, permeabilità, sia di carattere nazionale che regionale per la realizzazione di un inventario che possa colmare questa lacuna e favorire una descrizione del comportamento degli edifici storici che si avvicini maggiormente alla realtà. La necessità di una banca dati riferita ai materiali lapidei e alle loro possibili combinazioni in relazione alle tecniche costruttive tipiche di ogni area geografica, riguarda certamente anche gli altri materiali da costruzione propri dell'edilizia storica come per il caso delle malte, dei laterizi o delle strutture in legno.

La stessa difficoltà di descrizione ha riguardato naturalmente anche tutte le altre tipologie murarie (ovvero quelle dello stesso spessore, ma prive di intonaco, quelle esterne ai piani superiori e quindi di spessore minore, quelle interne ma pur sempre costituite da muratura mista, etc.). Una volta scelta la tipologia muraria occorre inserire i dati dimensionali ovvero lo spessore della muratura (che naturalmente deve essere costante per tutta l'estensione del muro), mentre le caratteristiche fisiche di conducibilità termica, di densità e il calore specifico proprio del materiale vengono assegnati automaticamente dal programma dal suo database tabulati nella norma UNI 10351 o UNI 11300 nel caso si tratti di materiali riferiti ad edifici esistenti. Al contrario, nel caso dei solai in legno, l'inserimento dei dati sulla loro stratigrafia è risultata più agevole e meno soggetta ad approssimazioni per via della possibilità di procedere alla descrizione dei singoli componenti a causa di uno dei solai di interpiano in parte crollato. Tra il piano terra e il primo piano i solai intermedi sono tutti solai in legno. Le operazioni di rilievo e l'osservazione diretta della stratigrafia a vista post-crollo hanno rivelato la presenza di uno strato di tavolato da 3 cm, quindi un massetto di malta di gesso poco coerente dello spessore di circa 3 cm ed infine lo strato di pavimentazione in graniglia. In questo caso le

operazioni di input dei dati è stata agevolata dalla possibilità di inserire singolarmente i vari componenti stratigrafici dell'elemento solaio con i rispettivi spessori di tavolato, di malta e di pavimentazione.

Più complessa la gestione dei sistemi di controsoffittatura con volte di incannucciato, ovviamente non comprese negli archivi materici del software, la cui struttura è stata approssimata a quello di un controsoffitto piano, assegnando all'elemento le caratteristiche materiche e stratigrafiche proprie delle volte in canne e gesso.

Per quanto attiene ai serramenti, infine, è stato necessario adattare il dato predefinito della tipologia a doppio vetro (scontato per un software concepito per la nuova progettazione), ma nessuna modifica è stata possibile rispetto al profilo degli infissi, ovviamente più performanti rispetto alle labilità di "In questo caso non è stato possibile trovare nel database in dotazione al programma un infisso simile a quello presente nell'edificio in questione. Avendo una libreria ricca di infissi, sia in alluminio che in legno, (seppur in minore quantità), ad altissime prestazioni, a taglio termico con permeabilità delle chiusure ridottissime, non è stato possibile trovare un infisso semplice che non abbia il sistema doppio vetro così come quelli presenti nel nostro caso studio.



Vista di uno degli ambienti con controsoffitto in incannucciato



Tipologia di infisso presente nell'edificio studiato

A seguito di queste brevi considerazioni è possibile già trarre alcune conclusioni sulle maggiori difficoltà da affrontare nel caso in cui si volesse utilizzare un programma, pensato e progettato per le fasi preliminari di progetto del nuovo, sull'esistente e ancor più su un edificio storico.

All'eccessiva rigidità del software, soprattutto nelle fasi di input dei dati iniziali, va sommata anche la difficoltà a modellare il comportamento termico dell'edificio storico tenendo conto, ad esempio, della presenza di umidità all'interno delle murature, dato che certamente

**Definizione Modifica**

**Dati Strutturale**

Dati identificativi struttura

Codice:  Descrizione:  Categoria:

☐ Trasmissione fornita dal produttore

Valori adduttanze

Adduttanza interna:  [W/m²K]

Adduttanza esterna:  [W/m²K]

Tipologia:

Classificazione:

Tipo:

Direzione flusso termico:

Stampa della parete:

Colore della parete:  Velocità del vento:  [m/s]

☐ Escludi verifica trasmissività ☐ Controterra

**Verifica della condensa**

**Inverno**

Temperatura interna:  [°C]

Um. relativa interna:  [%]

Temperatura esterna:  [°C]

Um. relativa esterna:  [%]

**Estate**

Temperatura interna:  [°C]

Um. relativa interna:  [%]

Temperatura esterna:  [°C]

Um. relativa esterna:  [%]

Valori medi mensili della temperatura esterna della località, utilizzati per il calcolo della condensa (°C)

Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai.	Giù.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
5.84	6.44	8.44	12.04	16.24	21.94	25.24	24.54	21.24	15.84	11.14	7.74

Valori medi mensili di pressione esterna della località, utilizzati per il calcolo della condensa (Pa)

Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai.	Giù.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
686	638	615	713	1159	1070	1364	1133	1291	1130	1048	843

Classe di umidità interna (UNI EN ISO 13788):

Software Namirial Clim. Schermata per l'inserimento dei dati di struttura delle pareti esterne

**Dati Materiali**

Categoria materiali

Cemento

Pareti in calcestruzzo

Isolanti

Intonaci

Legno

Impermeabilizzanti

Inerti

Neve-acqua

Aria, flusso orizzontale

Ricerca materiale:  Archivio materiali

Archivio dei materiali (Drag & Drop per selezionare)

Cod.	Descrizione	Lambda
1	Malta di calce/cemento	0
2	Malta di cemento (rinzafo)	1
3	Blocco argilla (Kg/mc 1600)	0

Stratigrafia dall'interno all'esterno (misure in cm)

Cod.	Descrizione	Spes.
311	Intonaco di calce e gesso	
2	Malta di cemento (rinzafo)	
534	Muratura in pietra naturale	

Calcola

**Verifica mensile**

Mese critico:

Dati sfasamento della parete

IS 11300 - 1, Prosp. 4) Parete omogenea in mattoni pieni o in pietra (senza isolante)

Relativa alla presenza dei ponti termici:  [%] Incremento:  [%]

Spessore parete:  [cm]

Massa superficiale:  [kg/m²]

U valore limite:  [W/m²K]

Verifica massa superficiale

Verifica D.P.R. 59/09

Software Namirial Clim. Schermata per l'inserimento dei componenti che costituiscono la struttura muraria che in questo caso risulta essere una muratura in pietra mista da 60 cm intonacato sul lato interno. Il programma fornisce anche un diagramma di Glaser per verificare una eventuale presenza di condensa interstiziale.

influisce

sull'andamento del flusso di calore. Altri studi recenti<sup>8</sup> che hanno preso in esame e confrontato diversi software applicandoli a edifici storici, confermano le stesse difficoltà e la poca attendibilità dei risultati. Risulta quindi auspicabile il progresso nel campo della realizzazione di software dedicati al

The screenshot shows the 'Resistenza termica caratteristica della chiusura' (Characteristic thermal resistance of the closure) section of the software. It includes two diagrams of window frame cross-sections labeled 'b) Metallo-Legno' and 'c) Metallo-Legno'. The interface contains various input fields and calculated values:

- Input fields:**
  - Resistenza termica caratteristica della chiusura: Chiusure con permeabilità molto elevata, In legno da 25 mm a 30 mm di spessore.
  - Frazione adimensionale della differenza cumulata temperatura -  $f_{shut}$ : 0.08 [m²K/W]
  - Resistenza termica caratteristica della chiusura: 0.08 [m²K/W]
  - Trasmissione finestra con chiusura chiusa -  $U_{w,corr}$ : 3.36 [W/m²K]
  - + infisso: 3.92 [W/m²K]
  - Valore limite U: 2.4 [W/m²K]
  - Zona climatica: D
  - U Adottata: 3.92 [W/m²K]
- Calculated values (part of the window frame):**
  - Ag - Area del vetro
  - Af - Area del telaio
  - Lg - Perimetro vetro
  - Uw - Trasmittanza finestra + infisso
  - Ag/Aw Percentuale vetrata
  - Superficie setti opachi (sottofinestra)
  - Aw Superficie totale (finestra + setti)
- Incremento di Sicurezza:** Nota: applicato solo nel calcolo del...

Software Namirial Clim. Schermata per l'inserimento dei dati sugli infissi e per la scelta della tipologia.

settore del restauro, pensati appositamente per strutture murarie con spessori importanti, che tengano conto dei gradi di umidità all'interno di queste, fermo restando che per quanto lo strumento possa essere sofisticato si tratti sempre di approssimazioni seppur, in questo caso, più vicine alla realtà. Fattore in cui occorre un miglioramento è anche quello linguistico, ovvero la possibilità di avere programmi che presentino un linguaggio più adeguato al costruito storico con una libreria di materiali e strutture che consentano una migliore descrizione dell'edilizia storica.

<sup>8</sup> R. ADHIKARI, E. LONGO, V. PRACCHI, A. ROGORA, E. ROSINA, G. SCHIPPA, *op. cit.*, p.p. 673-681; R. ADHIKARI, V. PRACCHI, A. ROGORA, E. ROSINA, La valutazione delle prestazioni energetiche negli edifici storici: sperimentazioni in corso, in «il Progetto Sostenibile», n. 28, 2010, pp. 20-27.



### 3.2.2. Calcolo del fabbisogno energetico dell'edificio

A seguito della delicata fase di scelta del software, la diagnosi energetica dell'edificio campione è stata effettuata secondo il sistema di calcolo in regime stazionario per la descrizione del fabbisogno energetico annuale dell'edificio<sup>9</sup>. La definizione delle caratteristiche fisiche e geometriche dell'edificio è stata effettuata attraverso l'inserimento dei dati dimensionali, materici e stratigrafici, nel caso di strutture complesse, ottenuti a seguito delle operazioni di rilievo. Dopo aver definito il sistema di impianto di riscaldamento e distinto i locali serviti dal generatore da quelli non riscaldati (come le scale e i depositi), sono state definite tutte le pareti, i solai, i confini di ogni locale e i serramenti<sup>10</sup>. Per ogni elemento inserito (parete, solaio, infisso), il programma ha calcolato il valore di trasmittanza  $U$ <sup>11</sup> che viene confrontato con il valore limite stabilito dal D.P.R. 59/09.

La tabella seguente evidenzia come nessuno degli elementi inseriti soddisfi il valore stabilito da tale decreto e come gli elementi architettonici che presentano un valore minore di trasmittanza siano le pareti in muratura ( $U=0,432$  e  $0,484$ ) e il controsoffitto di incannucciato ( $0,463$ ). E' già stato sottolineato come le maggiori difficoltà di descrizione delle caratteristiche stratigrafiche si siano riscontrate proprio nel caso di questi due elementi che, pur avendo apportato dei correttivi per calibrare la simulazione del comportamento alla realtà, mantengono basso il loro valore di trasmittanza. Nel caso del controsoffitto incannucciato si è evidenziato<sup>12</sup> come la presenza della fibra vegetale delle canne palustri e l'uso della malta di gesso siano elementi che ostacolano il flusso di calore verso gli ambienti non riscaldati del sottotetto e favoriscano il mantenimento

<sup>9</sup> "Rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici". Come disposto dall'art. 28 della Legge n° 10 del 9 Gennaio 1991 - Gazzetta Ufficiale n° 13 del 16 Gennaio 1991 (Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia). Regolamento di attuazione - DPR 26/08/93 n° 412 - Gazzetta Ufficiale n° 242 del 14 Ottobre 1993 (Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della Legge 9 Gennaio 1991, n° 10). DECRETO LEGISLATIVO 29 dicembre 2006, n. 311 Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia. Modello tipo come previsto dall'allegato E del D. Lgs 311/06 G.U. n. 26 del 1 febbraio 2007 - Supplemento ordinario n. 26/L. Opere per la realizzazione di Ristrutturazione totale involucro edilizio (sup. utile < 1000 m²).

<sup>10</sup> Per le operazioni di input dei dati si rimanda a considerazioni fatte in merito al paragrafo precedente.

<sup>11</sup> La normativa UNI EN ISO 6946 definisce la *trasmittanza*  $U$  di un materiale come il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta a differenza di temperatura pari ad 1°C ed è legata alle caratteristiche del materiale che costituisce la struttura e alle condizioni di scambio termico liminare e si assume pari all'inverso della sommatoria delle resistenze termiche degli strati

<sup>12</sup> Si veda P. RAVA, *Del restauro degli edifici storici. Ode alla fibra vegetale*, in P. DAVOLI (a cura di), *Il recupero energetico e ambientale del costruito*, Santarcangelo di Romagna, 2010, pp. 47-57.

Codice	Descrizione	U Calcolata	Valore Limite U	Verifica
Interp	Solaio interpiano	1.007		
pares1	par_est_conf_allog	1.831	0,36	NO
pares1_c	par_es_conf_allo_cap	<b>0.484</b>	0,36	NO
pares2	par_est_conf_al_2	1.919	0,36	NO
pares3	par_per_est_pt	<b>0.432</b>	0,36	NO
parin_pt	par_int_pt	2.094	0,36	NO
pav_pt	pavim_pt	2.484	0,36	NO
solegn	sol_legno_pt	1.894	0,36	NO
PFerro	Mat Porta Ferro	1.922	0,36	NO
LegnoP4	Legno Porta 4 cm	1.685	0,36	NO
pares4	par_conf_all_p1	2.080	0,80	NO
pares5	par_est_p1	2.559	0,36	NO
paresvet	par_est_vetrata	1.486	0,36	NO
parin_p1	par_int_p1	2.162		
pavp1	pav_legnop1	1.894	0,36	NO
volt_p1	voltap1	<b>0.463</b>	0,36	NO
volt_fal	volta_falda	1.921	0,36	NO
paresp2	par_est_p2da30	1.455	0,36	NO
Fald_inc	Falda_inclinata	2.132	0,32	NO
solteraz	sol_est_terraz	1.049	0,32	NO
paintp2	par_int_p2da30	1.287	0,36	NO

delle temperatura interna degli ambienti. Il dato rilevato quindi sottolinea le positive potenzialità di tale elemento. Per quanto riguarda l'involucro murario, l'approssimazione fatta dall'archivio dei materiali del software non ha permesso di valutare l'apporto dei frammenti di laterizio che certamente avrebbero comportato un diverso valore di trasmittanza. Gli studi petrografici<sup>13</sup> fatti sul litotipo diffuso nel centro storico di Piazza Armerina affermano che si tratta di una roccia definita "sublitarenite fossilifera a cemento carbonatico". I test meccanici e le prove di assorbimento capillare hanno dimostrato una buona resistenza alla compressione e una scarsa tendenza all'assorbimento in relazione alla percentuale di piovosità della zona. Conoscere anche le caratteristiche termofisiche di questa tipologia muraria comporterebbe certamente un perfezionamento del calcolo e una maggiore precisione nella descrizione del suo comportamento termico. I parametri che influiscono sulla trasmittanza sono molteplici, dalla conduttività dello specifico litotipo, a quella della malta, alla presenza dei giunti, alla discontinuità del materiale etc... Soltanto la misurazione diretta attraverso un termoflussimetro sarebbe in grado di restituire, anche se in modo puntuale, un valore di conduttività termica prossimo a quello reale.

<sup>13</sup> Si veda A. ABBATE, F. ANTONELLI, L. BACCILLE SCUDELER, S. CANCELLIERE, L. LAZZARINI, F. MANNUCCIA, *La pietra di Piazza Armerina (EN): origine, caratteristiche fisico-meccaniche e degrado, con un esempio di studio* in C. Gattuso, G. Mirocle Crisci (a cura di), *Archeometria del costruito storico: materiali, strutture e rischio sismico*, Bari, 2006, pp. 9-20.

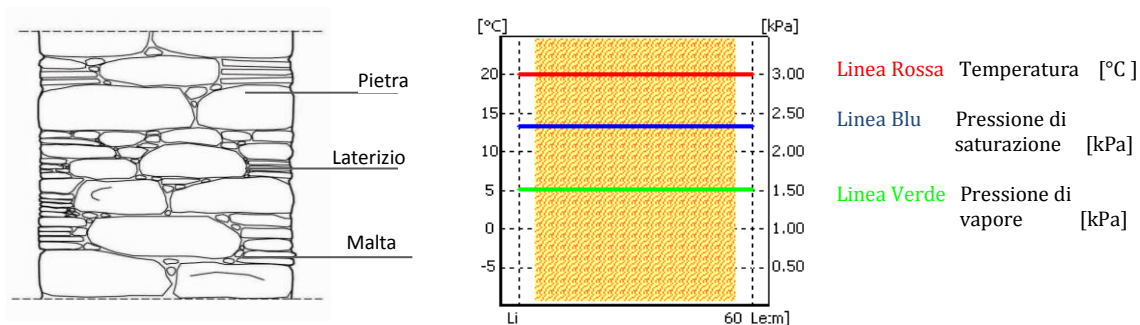
N°Strato	Cod.Mat.	Descrizione Strato	s	Lambda	Cond.	Densità	Delta a	Delta u	R
1	534	Muratura in pietra naturale	60.0	2.299	0	2500	1.93	2.12	0.261

Cond. Unitaria Superficiale Interna:	7.70	Cond. Unitaria Superficiale Esterna:	7.70
Resist. Unitaria Superficiale Interna <sup>(1)</sup> :	0.13	Resist. Termica Totale:	0.521
Resist. Unitaria Superficiale Esterna <sup>(1)</sup> :	0.13	Resist. Termica Totale Adottata:	0.521

Legenda:

s	Spessore dello strato	[cm]
$\lambda$	Conduttività termica del materiale	[W/m K]
C	Conduttanza unitaria del materiale	[W/m <sup>2</sup> K]
$\rho$	Massa volumica	[kg/m <sup>3</sup> ]
R	Resistenza termica dei singoli strati	[m <sup>2</sup> K/W]

$\delta a \cdot 10^{12}$	Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50% [kg/m s Pa]
$\delta u \cdot 10^{12}$	Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95% [kg/m s Pa]
<sup>(1)</sup>	Inverso delle conduttanze unitarie superficiali —
<sup>(2)</sup>	Inverso della resistenza termica totale --

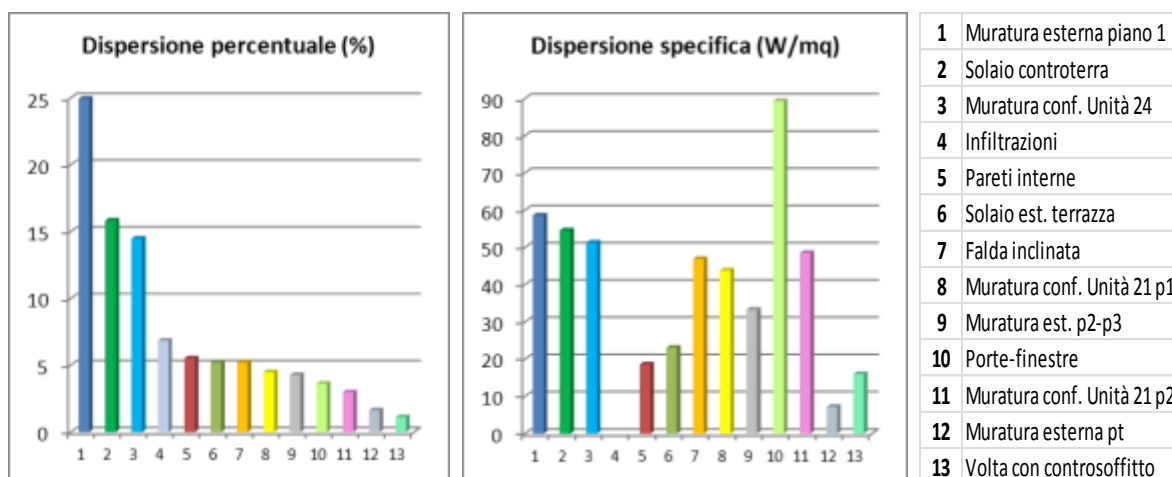


La diagnosi energetica dell'intero blocco edilizio colloca l'edificio in classe G in quanto esso presenta consumi pari a 406.09 kWh/m<sup>2</sup>anno. Il dato rilevato dimostra quanto l'edificio sia fortemente energivoro e quanto, pur essendo in classe G, presenti consumi fortemente superiore al limite previsto di 149,89 kWh/m<sup>2</sup>anno. Altro dato rilevante è rappresentato dalle emissioni di CO<sub>2</sub> pari a 81,22 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>anno.



Grafico della prestazione energetica dell'edificio e classificazione energetica globale.

L'analisi delle dispersioni termiche di ogni elemento costituente l'edificio ha confermato il ruolo predominante dell'involucro murario che contribuisce per quasi il 25% alle dispersioni (come visibile dal grafico in riferimento alla muratura esterna del primo piano) su un totale di 45.693 W. Dal confronto dei due grafici è possibile notare come una ponderazione dei valori di dispersione energetica di ogni singolo componente, in rapporto alle superfici, mostra come alcuni di essi abbiano dispersioni minori rispetto al valore percentuale complessivo.



Nel caso dell'apparato murario infatti le dispersioni sono pari al 40 W/mq e moltiplicando questo dato per tutta l'estensione della muratura esterna sui primi due livelli si raggiunge il valore di 22.216 W, ovvero quasi il 50% delle dispersioni totali. Il solaio contro terra invece, avendo un'estensione pari a 162 mq presenta dispersioni termiche pari a 54,56 W/mq che complessivamente raggiungono il valore di 8820 W in tutto l'edificio. Il grafico delle dispersioni al mq mostra come la maggiore incidenza di energia dissipata si ha per via dei serramenti che producono una perdita di energia pari a 90 W/mq. Per quanto riguarda il sistema delle coperture abbiamo un'incidenza del quasi 5% sul valore



complessivo di energia dissipata per il solaio piano di terrazza che ha un valore pari a 23, 1 W/mq; per le coperture a falda invece, seppure l'incidenza sul totale sia sempre di circa il 5%, le dispersioni al mq raggiungono il valore di circa 47 W/mq. Si possono considerare trascurabili le incidenze di dispersione relative alle volte di controsoffitto per le considerazioni fatte sopra e per via del loro contributo al mantenimento delle condizioni climatiche interne. E' possibile inoltre trascurare anche il dato riferito alle pareti interne e ai solai intermedi poiché questi, essendo posti a divisori tra locali riscaldati, non intervengono sul bilancio energetico complessivo. Il dato di dispersione elaborato dal calcolo (pari circa a 18 W/mq per le pareti interne e pari a 13 W/mq ) non rappresenta altro che la conseguenza dell'effetto a catena dovuto al non corretto funzionamento degli elementi che definiscono l'involucro esterno.

Dalla disanima dei dati è possibile fare alcune considerazioni. Il quadro complessivo dei consumi energetici comprova come ogni componente contribuisce, in modo più o meno rilevante, alle dispersioni termiche totali del manufatto. Gli elementi che danno un maggiore contributo a questi sprechi sono senz'altro i serramenti esterni, il solaio contro-terra (che nel nostro caso risulta privo di pavimentazione, ma presenta uno strato di terreno battuto per via dell'uso a deposito dei locali terrani) e le murature. Il panorama delle scelte di intervento offrirebbe a questo punto un'ampia varietà di soluzioni per ridurre le dispersioni termiche di ogni elemento del sistema architettonico. La possibilità di analizzare il comportamento energetico di ogni sottosistema non ne comporta necessariamente la sostituzione per via del suo cattivo funzionamento. La discretizzazione della fabbrica in macroelementi, intesi come parti architettoniche caratterizzate da una risposta energetica autonoma, rappresenta anzi l'occasione per attuare operazioni di compensazione reciproca fra le varie parti della fabbrica, modulando l'intervento sia in funzione dei vincoli presenti, sia in relazione alle diverse condizioni di conservazione ed alle trasformazioni avvenute nel tempo. In questo caso i vincoli presenti gravano maggiormente su alcuni elementi più di altri. Esaminando le cinque categorie di componenti che costituiscono il sistema di chiusura dell'edificio rispetto all'ambiente esterno (copertura a falda, copertura a terrazza, muratura esterna, solaio contro-terra, serramenti) è possibile definire alcune linee di intervento che tengano conto oltre che delle prestazioni energetiche anche delle ragioni della conservazione che impongono la salvaguardia di quelle potenzialità testimoniali che risiedono nella materia stessa della fabbrica. Ricercare tra le soluzioni esistenti pensate per il retrofit dell'edilizia storica quelle in grado di favorire il dialogo tra la permanenza e i requisiti energetici

appare come l'unica soluzione da attuare per la minimizzazione delle perdite in ambito del patrimonio di edilizia diffusa in accordo con i principi del restauro.

L'analisi del manufatto attraverso le fasi di rilievo geometrico e tecnologico, la lettura delle sue componenti e dei processi di crescita che hanno interessato l'edificio divengono, a questo fine, fattori strategici per l'opportuna calibrazione degli obiettivi da raggiungere, per l'individuazione delle risorse e delle criticità presenti, al fine di una corretta localizzazione degli interventi di miglioramento. Attraverso questo processo di conoscenza è possibile inoltre individuare l'eventuale presenza di quegli elementi che potremo definire maglie "deboli" dell'edificio, che offrano al progettista maggiori gradi di libertà d'intervento consentendo di innestare operazioni di maggiore impatto sull'edificio.

### 3.2.3. Considerazioni sui risultati ottenuti

#### La scala architettonica

Le operazioni di trasformazione dell'edificato storico non possono che partire dalla conoscenza delle condizioni dello stato attuale degli edifici da cui poi si aprono le possibilità di scelta delle tecnologie più adeguate al fine di migliorarne le prestazioni energetiche. Partendo da questo essenziale presupposto di conoscenza, ottenuto a seguito delle operazioni di rilievo geometrico, materico, costruttivo, tecnologico, e della simulazione del comportamento energetico dell'edificio, acquisita attraverso l'utilizzo di opportuni strumenti informatici, è possibile vagliare quelle soluzioni di intervento che coniughino le esigenze di miglioramento energetico con i requisiti richiesti dal fabbricato stesso al fine della sua conservazione. In relazione al caso studio in esame, è stato possibile individuare, all'interno del manufatto, ed in particolare a seguito della discretizzazione della fabbrica nelle sue componenti principali, elementi e parti dell'edificio che presentano diversi gradi di vincolo per caratteristiche geometriche, materiche, o per il loro valore storico-documentario che esclude ogni operazioni che possa compromettere questa potenzialità. Analizzando in particolare le cinque componenti - copertura a falda, copertura a terrazza, muratura esterna, solaio contro-terra, serramenti - che individuano l'involucro esterno dell'edificio separandolo dalle condizioni dell'ambiente esterno, è stato possibile rilevare il loro contributo specifico al fabbisogno energetico globale dell'edificio e il loro stato di conservazione. Si indica di seguito una proposta di intervento utile a dimostrare la possibilità di miglioramento energetico degli edifici storici con operazioni che si inseriscono all'interno del manufatto sfruttando le potenzialità e i gradi di libertà, nel rispetto dei caratteri storico-artistici del bene, offerte dallo stesso. La finalità di tale proposta è inoltre quella di valutare il livello di *performance* ottenibile da un edificio storico senza stravolgerne i caratteri peculiari e limitando le sottrazioni materiche nell'equilibrio tra tutela e trasformazione. Si tratta quindi di proporre una metodologia progettuale consapevole che trasformi i vincoli in opportunità, volta alla massimizzazione della permanenza materica ed alla qualificazione progettuale dei nuovi apporti.

Negli interventi proposti non si vuole porre l'accento solo sui risultati ottenuti in termini di efficienza e quindi nella minimizzazione dei consumi energetici, bensì si vogliono valutare, in special modo, gli esiti raggiunti in termini di compatibilità, di reversibilità dell'intervento e soprattutto in termini di minimizzazione della perdita di

materia e quindi di autenticità. Questi ultimi fattori, naturalmente, possiedono un peso maggiore nella valutazione globale dell'intervento attribuendo alle ragioni della conservazione la priorità sugli altri requisiti da soddisfare. Qualora invece occorra confrontarsi con realtà in cui la materia della fabbrica è stata già così tanto modificata e manomessa da una serie di trasformazioni che non hanno tenuto conto del testo architettonico e del suo stratificato palinsesto, allora, in questi casi, le ragioni dell'efficienza energetica possono essere preordinate a quelle della conservazione a cui è venuto a mancare l'oggetto da tutelare.

L'elemento architettonico copertura a falda, per esempio, presenta non poche problematiche di contenimento energetico. La tipologia costruttiva è stata opportunamente descritta e illustrata nel paragrafo 3.1.3 e, per le sue caratteristiche e per il suo stato di conservazione, necessita di un urgente intervento di risanamento strutturale, laddove sono venute a mancare le funzioni portanti proprie del tetto, e di un intervento di miglioramento energetico per sopperire alle dispersioni energetiche rilevate pari a 46,86 W/mq. Per tali considerazioni, un intervento sulle coperture, interessate inoltre da cospicui fenomeni di deterioramento del tavolato e del manto di tegole (coppi e canali), risulta auspicabile e comunque rilevante sotto il profilo energetico. Considerando le potenzialità bioclimatiche insite nel sistema di copertura a falda e al fine della conservazione delle parti di materia esistenti, si è proposto un intervento, scelto tra la casistica illustrata nelle *Schede di calcolo strumentale per la valutazione degli interventi*, che comporta una riduzione dei consumi a circa 7 W/mq conservando comunque gli strati non compromessi da fenomeni di degrado (riutilizzo del tavolato e del manto di tegole esistenti) e correggendo la struttura laddove si reputi necessario l'inserimento di uno strato di coibentazione all'interno. L'intervento risulta compatibile con la struttura che è assemblata a secco e assolutamente reversibile a fronte di un costi moderati.

Per quanto riguarda l'apparato murario, le prime valutazioni sui vincoli esistenti hanno fatto escludere le operazioni di coibentazione esterna delle murature che comporterebbero la demolizione dell'intonaco storico sul prospetto principale e la perdita della muratura a vista sugli altri prospetti. Si è scelto<sup>14</sup>, quindi, di inserire lo strato di isolante all'interno delle murature ovviando al problema dei ponti termici attraverso un risvolto dello strato isolante sui solai e sulle pareti interne di confine con la muratura

<sup>14</sup> Per una maggiore definizione delle caratteristiche dell'intervento si rimanda alle *Schede di calcolo strumentale per la valutazione degli interventi*.



esterna coibentata. In questo caso il contributo energetico ottenibile è una riduzione delle dispersioni da 40 W/mq a circa 6W/mq. La scelta del tipo di isolante da inserire e i relativi spessori dipendono dalla possibilità di aumentare lo spessore murario (che in questo caso, come in gran parte degli edifici storici, è già importante) e dal grado di compatibilità che si vuole offrire al materiale. Per favorire la compatibilità materica della struttura muraria, composta da pietra e scaglie di laterizio, con il sistema cappotto, ma anche la ritrattabilità dell'intervento, è stato considerato un isolante di tipo eco-efficiente di origine naturale al fine di non operare in difformità costruttiva secondo la tecnica tradizionale. L'uso delle fibre vegetali come le stuoie di canne palustri è largamente documentato negli edifici storici ed, in particolare, è presente nei sistemi di controsoffittatura incannucciata dell'edificio campione.

Un'altra ipotesi di intervento ha riguardato il solaio controterra che, per le condizioni di conservazione – l'edificio al piano terra è privo di pavimentazione, ma presenta uno strato di terra battuto per via dell'uso a deposito dei locali terrani – si prestava ad un intervento più consistente. La simulazione ha previsto la realizzazione di un isolamento tramite vespaio e l'inserimento di pannelli isolanti con nuova pavimentazione. Tra gli scenari di intervento possibili quello scelto ha contribuito a ridurre i consumi da 54,56 W/mq a circa 6W/mq.

È stato inoltre verificato che un contributo consistente può essere ricavato dall'intervento sugli infissi esterni. La loro sostituzione con serramenti altamente performanti comporterebbe una riduzione dei consumi di circa il 67%, ma poiché si tratta di infissi in legno discretamente conservati, si è scelto di proporre l'inserimento di un sistema a vetrocamera basso emissivo, riducendo i consumi da 90 W/mq a 41,14 W/mq, comunque pari a circa il 54%. Questo dato dimostra l'infondatezza della convinzione che la sostituzione degli infissi (operazione che caratterizza la quasi totalità degli interventi presentati nelle riviste di settore come "riqualificazioni energetiche") sia l'unica e la più vantaggiosa soluzione al problema del contenimento energetico. La semplice operazione di sostituzione dei vetri non solo conserva il serramento importante per l'identità della fabbrica storica nel rispetto del parametro della reversibilità e con costi paragonabili a quelli necessari per la sostituzione, ma offre un importante contributo nella riduzione degli sprechi di energia che vengono così dimezzati. Per quanto riguarda il parametro della compatibilità questo non risulta sempre soddisfatto in quanto l'intervento di

sostituzione dei vetri singoli con un sistema a doppio vetro con intercapedine areata non può essere attuato qualora le caratteristiche dimensionali (spessore del telaio) o formali non lo permettano.

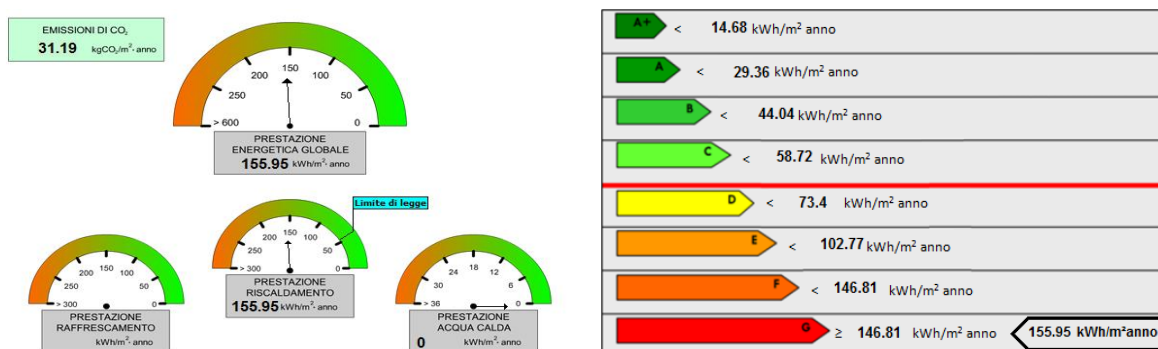


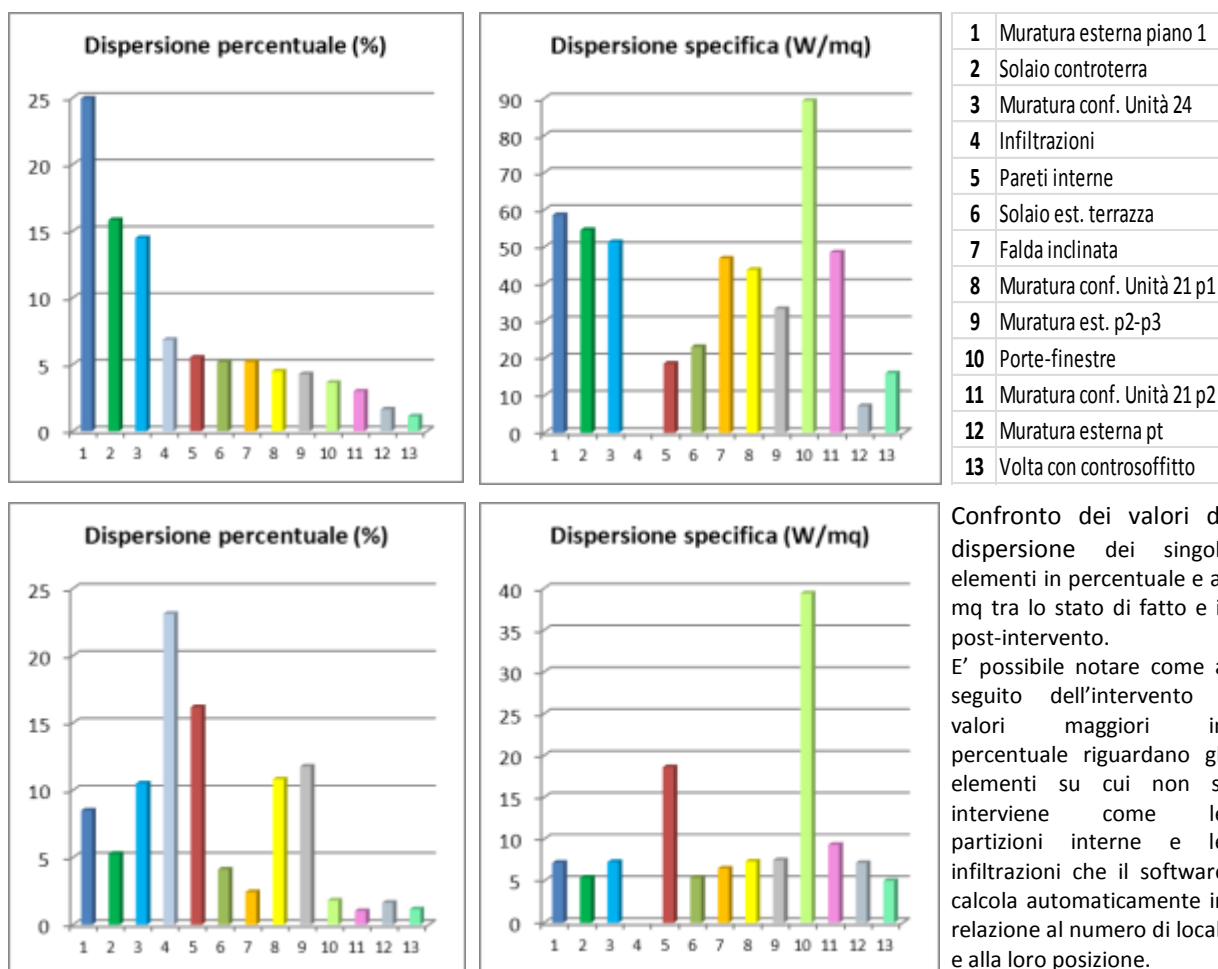
Grafico della prestazione energetica dell'edificio e classificazione energetica dopo l'intervento.

Le possibilità di combinazione delle soluzioni tecniche offrono una gamma flessibile di opportunità di intervento che viene rimandata alle scelte da operare in fase di progettazione esecutiva. La simulazione, tuttavia, ci consente di avanzare alcune conclusioni. Il calcolo del fabbisogno energetico per l'intero blocco edilizio colloca attualmente l'edificio in classe G, con consumi pari a 406.09 kWh/mq per anno. Il risultato del calcolo a seguito dell'intervento mantiene la posizione dell'edificio in classe G con consumi pari a 155,95 kWh/mq per anno riducendoli però di circa il 60% rispetto allo stato attuale. Anche le emissioni di CO<sub>2</sub> vengono più che dimezzate a 31,19kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>anno.

La proposta di un intervento moderato, che opera in maniera puntuale all'interno delle aree di labilità dell'edificio storico con operazioni mirate sfruttando le potenzialità energetiche che l'edificio è in grado di offrire, non può certamente condurre ad esiti da classe A. Seppure i consumi siano stati notevolmente limitati attraverso le opportune operazioni di coibentazione e potenziamento delle qualità climatiche intrinseche all'edificio in termini di riduzione delle dispersioni, occorre quindi che il sistema degli impianti faccia la sua parte in merito alla produzione di energia e quindi contribuisca a migliorare le condizioni climatiche interne degli edifici storici.

La progettazione bioclimatica contemporanea riesce, oggi, a realizzare edifici passivi ad energia quasi zero. Il tentativo di miglioramento energetico proposto ha dimostrato che ciò non è possibile nel caso di edifici storici se a questi si vuole porre come priorità la conservazione del "valore di civiltà" presente nell'organismo architettonico e quindi nella materia che lo costituisce. Certamente un ruolo importante viene giocato

dagli impianti. La questione dell'integrazione delle strutture impiantistiche negli edifici storici è senz'altro una tematica spinosa e già ampiamente trattata<sup>15</sup>. Nel caso dell'edificio analizzato, è possibile pensare di delegare al sistema impiantistico appropriato il ruolo di supporto a ciò che il manufatto storico non può fare. Parallelamente è opportuno sottolineare come nel bilancio energetico globale dell'edificio giochi un importante ruolo anche l'utente nell'uso consapevole dell'energia. In aggiunta ai risultati ottenuti a seguito dell'intervento sull'edificio e a quelli ottenibili con il contributo del sistema impiantistico, è possibile sommare i risultati raggiungibili da una opportuna educazione dell'utenza nell'uso corretto dell'energia anche attraverso la correzione di alcuni comportamenti errati che riducano gli sprechi.



<sup>15</sup> Si fa riferimento ai quattro volumi del Trattato di Restauro diretto da Giovanni Carbonara dedicati al problema dell'integrazione degli impianti negli edifici storici.

### La scala urbana

Un ragionamento analogo a quello effettuato alla scala architettonica del singolo manufatto storico è possibile farlo alla scala micro-urbana se ci si riferisce al contesto dei centri storici ed in particolare se si ragiona per isolati. Riprendendo dalla strumentazione urbanistica il concetto di "comparto" è possibile considerare i singoli isolati come delle macro-unità su cui l'intervento operi in maniera unitaria secondo azioni coordinate. L'idea della creazione di comparti energetici, oggi in controtendenza rispetto al trend della autonomia della gestione impiantistica, favorisce la compensazione fra unità architettoniche con livelli di vincolo diversi e la ricerca di soluzioni più compatibili, nonché eventualmente più vantaggiose, ma difficilmente attuabili alla scala della singola unità edilizia. Operando secondo quest'ottica si può contribuire ad una maggiore aggregazione delle unità architettoniche, riducendo i consumi energetici dato che, mantenendo costante la temperatura e le condizioni climatiche interne, si riducono le superfici disperdenti. Una lettura del sistema aggregativo che individui all'interno degli isolati quelle maglie deboli definite da De Santoli<sup>16</sup> "zone di labilità" in cui sia possibile allocare gli impianti per dei sistemi centralizzati risulta essere una strada percorribile verso la sostenibilità ambientale nel contemperamento delle esigenze della conservazione. Di contro, seguendo la stessa logica, così come avviene alla scala dell'edificio, è possibile individuare quelle "zone di invarianza" ovvero quelle unità architettoniche in cui la tutela del dato storico-documentario diviene il principale requisito da soddisfare.

Nel caso dell'isolato oggetto dello studio, l'analisi delle singole unità abitative attraverso l'operazione di schedatura si è rivelata un valido supporto nella descrizione dello stato di conservazione degli edifici costituenti il blocco edilizio e delle loro stratificazioni. A seguito di tale disanima è stato possibile individuare quelle unità che maggiormente si prestano ad ospitare la localizzazione degli impianti nella definizione di comparti energetici che, opportunamente coordinati, contribuiscano alla riduzione dei consumi energetici dell'intero isolato. La concentrazione degli apparati impiantistici all'interno delle unità edilizie sacrificabili per questa funzione comporta certamente la necessità di adibire dei vani, che in questo caso potrebbero essere rappresentati dai locali terrani sul prospetto di costa S. Francesco già utilizzati come depositi o magazzini, a locali tecnici e soprattutto la necessità di realizzare grandi canalizzazioni di distribuzione opportunamente pensate verificando le opportunità fornite dalla configurazione architettonica degli edifici e dal loro stato di conservazione. Seppure la concentrazione

---

16 Si veda L. DE SANTOLI, Efficienza energetica negli edifici storici, in «Aicarr Journal» n. 1, 2010, pp. 8-9.



della ricerca si è avuta soprattutto alla scala edilizia e quindi agli interventi sul singolo manufatto al fine del suo miglioramento energetico, si è tentato, in questa sede, di proporre (proposta che va naturalmente verificata e approfondita) una possibile collocazione dei locali tecnici all'interno dell'isolato del quartiere Monte. In questo caso si tratta delle unità edilizie poste sul prospetto verso la vallata che già allo stato attuale sono utilizzati come locali di servizio. Il tentativo, di cui si presenta una possibile individuazione planimetrica, colloca le unità tecniche a distanza di circa 50 m l'una dall'altra. Ogni centrale servirebbe in questo modo circa 15 unità abitative nella logica della compensazione reciproca e della collaborazione tra gli utenti. Certamente questa soluzione centralizzata, oltre ad apportare significativi vantaggi dal punto di vista della riduzione dei consumi, comporterebbe la partecipazione della cittadinanza all'intero progetto attribuendo al singolo utente un ruolo strategico per la pianificazione e per la messa in atto delle decisioni in ambito della gestione nuclei storici. Il coinvolgimento della popolazione locale<sup>17</sup>, seppur poco attuato dalle politiche di gestione del territorio, potrebbe essere una via per indirizzare, da una parte, dei piani di miglioramento energetico a scala micro-urbana ottenendo quindi dei benefici in termini di risparmio energetico e quindi anche economico; dall'altra, coinvolgerebbe l'utente a partecipare alla gestione del territorio incrementando così una coscienza diffusa del patrimonio come risorsa da salvaguardare.

Pur riconoscendo che questa sia una strada difficile da percorrere, si ritiene possa comunque essere una soluzione per l'attivazione di interventi di sistema più rispettosi del territorio che attribuiscono un vantaggio sia nella logica del risparmio energetico che in



Planimetria dell'isolato all'interno del quartiere Monte a Piazza Armerina, con individuazione dell'edificio campione (in viola) e delle unità (in arancio) eventualmente utilizzabili per la localizzazione dell'impiantistica di comparto.

<sup>17</sup> La tematica del coinvolgimento della popolazione locale nei processi di gestione e controllo del territorio è stata per la prima volta introdotta nella Convenzione Europea del Paesaggio nell'anno 2000.

### 3.2.4. Criteri di valutazione degli interventi

Per affrontare la tematica del miglioramento energetico è stato necessario applicare al caso studio in esame le varie tipologie di intervento al fine di consentirne la trasferibilità dei risultati raggiunti sul più vasto numero di casistiche di edifici storici. In questo caso, per la compilazione delle schede, la particella n. 22 ha svolto la funzione di edificio-tipo su cui vagliare le possibili alternative di intervento attraverso l'analisi delle componenti che lo costituiscono. La scelta delle tecniche di intervento è stata effettuata all'interno dell'ampio panorama delle tecnologie esistenti nel campo del risparmio energetico, individuando quelle soluzioni che presentavano un accettabile livello di compatibilità con i caratteri morfologici e materici della costruzione storica. A tal fine, ci si è avvalsi delle schede tecniche di intervento definite dal gruppo di ricerca del Politecnico di Milano<sup>18</sup> per lo studio dell'efficientamento energetico di edifici di pregio, effettuando alcune modifiche sui parametri di riferimento (in particolare, del parametro della durabilità – allo stato attuale ricavabile solo dalle dichiarazioni delle ditte produttrici – con quella della reversibilità/ritrattabilità). In questa fase sono state messe a confronto tre soluzioni diverse per ciascun intervento nelle quali viene valutato l'inserimento di membrane isolanti di tipo convenzionale, di tipo innovativo (ad alta efficienza energetica) e di tipo eco-compatibile, ottenendo la combinazione di diversi scenari sullo stesso intervento, valutati secondo quattro distinti parametri: efficienza, costo, compatibilità, reversibilità.

La selezione degli interventi è stata effettuata discriminando quelle operazioni che non risultano compatibili con gli edifici storici. Le scelte operate hanno invece tenuto conto del rapporto tra l'efficacia e il costo: sono state infatti escluse quelle soluzioni che, a fronte di limitati guadagni energetici, risultassero eccessivamente onerose. Altro parametro considerato rilevante nella scelta degli interventi è stato quello della reversibilità. Il concetto di reversibilità è presente tra i principi guida del restauro dalla seconda metà degli anni Settanta del Novecento. Protagonista del dibattito italiano<sup>19</sup> e internazionale nell'ultimo decennio, il concetto di reversibilità nell'intervento di restauro

<sup>18</sup> Si veda lo studio finanziato dall'ENEA sulle tecniche di efficientamento energetico di M. BORIANI, M. GIAMBRUNO, A. GARZULINO, *Studio, sviluppo e definizione di schede tecniche di intervento per l'efficienza energetica negli edifici di pregio*, 2011. ([www.enea.it](http://www.enea.it).)

<sup>19</sup> Si fa riferimento al proliferare di convegni e pubblicazioni intorno agli anni 2000-2003 in relazione alla questione della Reversibilità nel restauro: Convegno di Arkos a Torino nel 2002, Convegno intitolato "Dalla Reversibilità alla Compatibilità" a Conegliano Veneto nel 2003, Convegno "La reversibilità nel restauro" a Bressanone nel 2003.

è riferito alla possibilità di rimozione delle aggiunte e quindi alla possibilità di ripristinare le condizioni iniziali qualora i vantaggi ottenuti dallo stesso siano ritenuti insoddisfacenti o inadeguati. La questione risulta essere quella della possibilità di ripristinare le condizioni iniziali a seguito della rimozione dell'intervento. *“La reversibilità che si persegue nel campo del restauro è una reversibilità apparente: nel tempo che intercorre tra l'intervento e la sua revoca, gli effetti dell'intervento si saranno ben fatti sentire, ed è una pura illusione l'idea che rimossa l'aggiunta si sia perfettamente tornati indietro”*<sup>20</sup>. La difficoltà di sintetizzare i requisiti che caratterizzano un intervento è stata affrontata, appunto, riferendosi ad una reversibilità apparente. Dal momento che un manufatto storico è un organismo complesso e considerando la molteplicità dei fattori che hanno prodotto lo stato attuale, la variazione delle condizioni microclimatiche interne introduce nuovi equilibri rendendo improbabile la possibilità di ripristinare una situazione perduta. In questa occasione quindi, si è voluto intendere per intervento reversibile quello che non pregiudichi altri interventi successivi e non comporti danni o effetti negativi sulla fabbrica, lavorando piuttosto sul concetto di ritrattabilità, inteso come la possibilità di eseguire su un'opera un nuovo intervento di restauro senza essere effettivamente condizionati dagli interventi e quindi dai materiali utilizzati in restauri precedenti.

La scelta dei quattro criteri di valutazione (Efficienza, Costo, Compatibilità e Reversibilità) si è avviata in rapporto alla necessità di salvaguardare il valore testimoniale del manufatto storico in relazione all'esigenza di valutare un effettivo miglioramento energetico ottenibile. Il metodo di valutazione applicato, che fa riferimento a quello sviluppato nello studio succitato, si è avvalso del sistema proporzionale di interpolazione tra i due valori massimo e minimo che di volta in volta venivano attribuiti per ogni parametro ad ogni intervento. Il punteggio del requisito di Efficienza è stato calcolato sulla base della variazione del valore di dispersione ottenuta a seguito dell'intervento che di volta in volta è stato preso in esame. Così, per lo stesso intervento, al modificare delle tipologie di isolante inserito è stato possibile ottenere un valore di riduzione del fabbisogno energetico che è stato di volta in volta interpolato con i valori di efficienza massimo e minimo ottenuti, assegnando il punteggio pari a 100 al primo e pari a 5 al secondo. Il punteggio ottenuto, quindi, indica l'efficienza dell'intervento e lo inserisce all'interno di una scala di valori che va poi confrontata con gli altri tre parametri presi in esame. Il punteggio del requisito del Costo è stato calcolato seguendo sempre la stessa

<sup>20</sup> S. DELLA TORRE, *Il rispetto dell'esistente e l'irreversibilità dell'azione*, in Biscontin G., Driussi G., (a cura di), *La reversibilità nel restauro. Riflessioni, Esperienze, Percorsi di Ricerca*, Atti del XIX Convegno "Scienza e Beni Culturali" (Bressanone, 1-4 luglio 2003), Venezia 2003.

logica matematica, ma prendendo come riferimento i costi dell'intervento, attuando una ponderazione tra il prezzario dei materiali della Regione Sicilia in riferimento all'anno 2011, i prezzari delle case produttrici dei vari materiali non presenti in quello regionale e i capitolati per i costi di posa in opera.

Per quanto riguarda i parametri di Compatibilità e Reversibilità, il punteggio è stato calcolato in relazione al numero di vincoli soddisfatti da singolo intervento. Se nel caso degli altri requisiti è possibile estrapolare i risultati ottenuti di miglioramento energetico e di costo applicandoli ad altri edifici, in questo caso, i valori ottenuti da tale valutazione non sono generalizzabili in quanto sono strettamente connessi alle specificità del manufatto storico preso in esame.

A complemento di ogni serie di schede specifiche riguardanti il sotto-sistema analizzato, sono state messe a punto delle tabelle sintetiche per la comparazione degli interventi di miglioramento secondo i quattro criteri di valutazione indicati. In questo modo è possibile stimare, per ogni operazione proposta sull'elemento, il contributo in efficientamento energetico, il costo, ma soprattutto l'impatto sull'edificio attraverso i punteggi raggiunti nelle categorie di compatibilità e reversibilità.

Conformemente al modello di riferimento redatto nella ricerca ENEA-Politecnico di Milano, l'apparato schedografico è concepito come una sorta di prontuario valido per essere il primo supporto decisionale per il progettista (rivolto soprattutto agli operatori del restauro) che andrà di volta in volta confrontato con le singolarità del caso analizzato nella consapevolezza che i manufatti storici non sono ripetibili, ma ci si trova molto spesso a confrontarsi più con eccezioni che con regole.



## ***Schede di calcolo strumentale***

ELEMENTO: COPERTURA A FALDA	Cod. A
<b>Dispersioni della copertura a falda allo stato di fatto:</b>	46,86 W/mq
<p><b>DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO:</b></p> <p>La copertura si presenta a falda ad uno spiovente con una struttura composta da una orditura semplice di travi dalla sezione di circa 15 x 13 cm a giacitura orizzontale parallelamente al lato corto della scatola muraria secondo la pendenza posti ad interasse di circa 50-60 cm. Alcune di esse presentano una verniciatura biancastra di calce così come parte del tavolato che sembra essere quello più antico, mentre altre sono sostituite da travi nuove dalla sezione molto più regolare. Il tavolato di sottomanto risulta in parte sostituito ed è costituito da tavole di sezione 8 x 2 cm. Alcuni ambienti presentano lo strato di sottomanto costituito da tavolato sempre di sostituzione ma con tavole distanziate tra loro con interasse di circa 20-30 cm posti in corrispondenza dei sottocoppi. L'assenza di alcuno strato di coibentazione o di un ulteriore strato di tavolato di chiusura, agevola oltre alle infiltrazioni di acqua anche le numerose introduzioni di piccioni. Sopra il tavolato è posato il manto di tegole e coppi che esternamente presenta, oltre ad un degrado superficiale diffuso, un ampio strato di vegetazione che aggrava ulteriormente le problematiche di infiltrazioni. Le condizioni dello stato attuale del sistema di copertura a falda necessita un urgente intervento di risanamento strutturale laddove sono venute a mancare le funzioni portanti proprie del tetto e di un intervento di miglioramento energetico per sopperire alle dispersioni energetiche rilevate attraverso la simulazione del comportamento energetico del sottosistema copertura a falda pari a 46,86 W/mq e quindi 2371 W complessive.</p>	<p><b>IMMAGINI DELL'ELEMENTO COPERTURA A FALDA</b></p>   

<b>ELEMENTO: COPERTURA A FALDA</b>	<b>Cod. A_1_1</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN FELTRO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE ( feltro in lana di vetro) A SPESSORE RIDOTTO</b>	

#### **DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:**

L' intervento di miglioramento energetico prevede la rimozione del manto di copertura per una successiva pulitura e opportuna sostituzione laddove si presentino elementi di tegola o sotto-tegola danneggiati. Per quanto riguarda il sottomanto si procederà alla manutenzione della struttura portante che se non sostituita precedentemente dovrà essere opportunamente ripulita e recuperata nelle parti danneggiate. Successivamente si passa allo stuccaggio delle discontinuità di superficie e alla successiva verniciatura. Nel caso degli ambienti con il tavolato posto a distanza si dovrà uniformare la superficie per rendere continuo lo strato di appoggio della guaina protettiva e delle tegole. terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un feltro isolante in fibra di vetro a ridotto spessore per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Tale intervento modifica in modo molto ridotto le dimensioni e le geometrie degli elementi, aggiungendo alla struttura un minimo strato di protezione e tenuta termica.

#### **CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:**

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 46,96 a 27,06 W/mq ovvero una riduzione pari al 42%. Inserendo uno strato di isolante a ridotto spessore (feltro in lana di vetro da 1,5 cm) si modifica in maniera lieve la quota di copertura e la geometria originaria ma certamente non si ottiene un risultato che abbassi notevolmente i consumi. Come la lana di vetro, è possibile utilizzare altri isolanti termici a ridotto spessore quali la lana di roccia o pannelli in polistirene , che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche diverse, soprattutto dal punto di vista della permeabilità al vapore e della resistenza al degrado. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2371 a 1370 W.

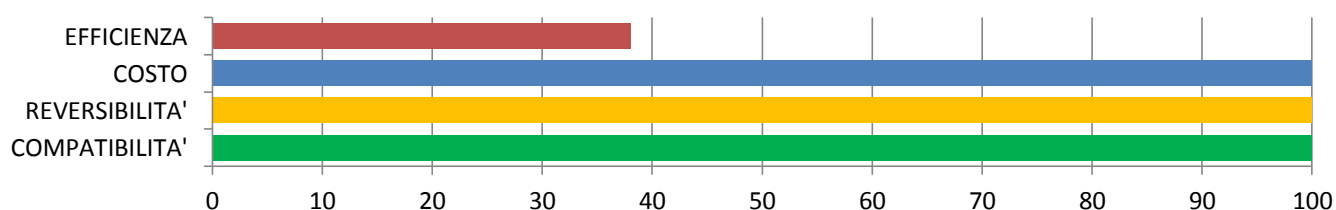
#### **POTENZIALITA'**

- Non viene modificata la quota della copertura;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche.
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;

#### **CRITICITA'**

- Non completamente efficace;
- Esecuzione lunga e laboriosa (per il recupero).

#### **PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**



ELEMENTO: COPERTURA A FALDA		Cod. A_1_1	
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN FELTRO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE ( feltro in lana di vetro) A SPESSORE RIDOTTO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 40,48 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,02 W/mq		5
Efficienza dell'intervento	19,80 W/mq		38
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	58 €/mq		100
Intervento più costoso	118 €/mq		5
Costo dell'intervento	58 €/mq		100
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	Si		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote	Si		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100



<b>ELEMENTO: COPERTURA A FALDA</b>	<b>Cod. A_1_2</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN FELTRO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE ( feltro in fibra di legno) A SPESSORE RIDOTTO</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L' intervento di miglioramento energetico prevede la rimozione del manto di copertura per una successiva pulitura e opportuna sostituzione laddove si presentino elementi di tegola o sottotegola danneggiati. Per quanto riguarda il sottomanto si procederà alla manutenzione della struttura portante che se non sostituita precedentemente dovrà essere opportunamente ripulita e recuperata nelle parti danneggiate. Successivamente si passa allo stuccaggio delle discontinuità di superficie e alla successiva verniciatura. Nel caso degli ambienti con il tavolato posto a distanza si dovrà uniformare la superficie per rendere continuo lo strato di appoggio della guaina protettiva e delle tegole. terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un feltro isolante a ridotto spessore in fibra di legno per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Tale intervento modifica in modo molto ridotto le dimensioni e le geometrie degli elementi, aggiungendo alla struttura un minimo strato di protezione e tenuta termica.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 46,96 a 37,84 W/mq ovvero una riduzione pari al 20%. Inserendo uno strato di isolante a ridotto spessore (feltro in lana di legno da 1,5 cm) si modifica in maniera lieve la quota di copertura e la geometria originaria ma certamente non si ottiene un risultato che abbassi notevolmente i consumi. Come la fibra di legno, è possibile utilizzare altri isolanti termici ecoefficienti a ridotto spessore quali la fibra di lino o di canapa, la fibra di mais o i pannelli di sughero che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche diverse, soprattutto dal punto di vista della permeabilità al vapore e della resistenza al degrado. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2371 a 1910 W.

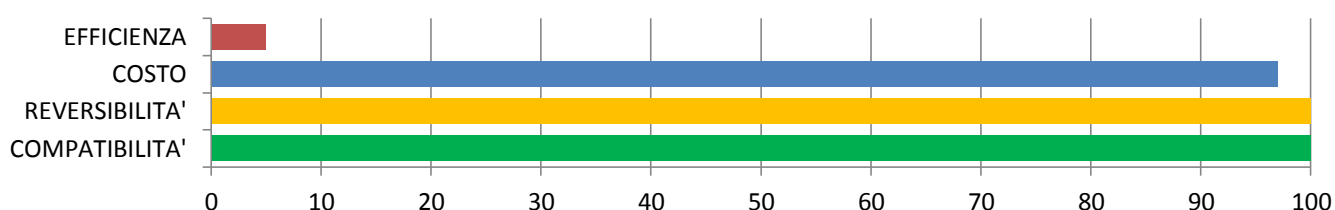
#### POTENZIALITA'

- Non viene modificata la quota della copertura;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;

#### CRITICITA'

- Poco efficace;
- Esecuzione lunga e laboriosa (per il recupero).

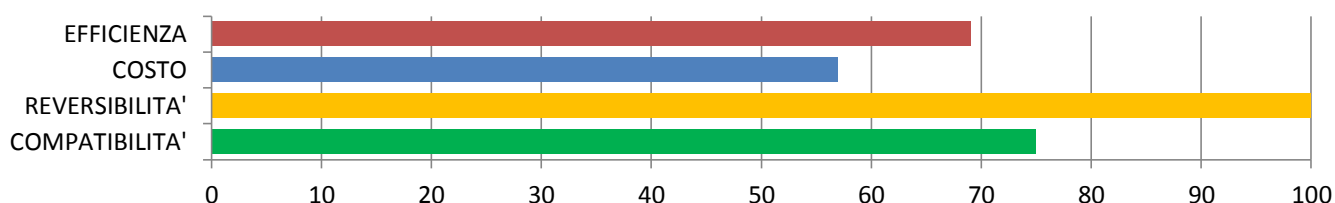
#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: COPERTURA A FALDA		Cod. A_1_2	
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN FELTRO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE ( feltro in lana di vetro) A SPESSORE RIDOTTO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 37,48 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 9,02 W/mq	5	
Efficienza dell'intervento	9,02 W/mq	5	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	58 €/mq	100	
Intervento più costoso	118 €/mq	5	
Costo dell'intervento	60 €/mq	97	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	Si		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote	Si		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100

<b>ELEMENTO: COPERTURA A FALDA</b>	<b>Cod. A_1_3</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN FELTRO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO( feltro termoisolante) A SPESSORE RIDOTTO</b>	
<p><b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:</b></p> <p>L' intervento di miglioramento energetico prevede la rimozione del manto di copertura per una successiva pulitura e opportuna sostituzione laddove si presentino elementi di tegola o sotto-tegola danneggiati. Per quanto riguarda il sottomanto si procederà alla manutenzione della struttura portante che se non sostituita precedentemente dovrà essere opportunamente ripulita e recuperata nelle parti danneggiate. Successivamente si passa allo stuccaggio delle discontinuità di superficie e alla successiva verniciatura. Nel caso degli ambienti con il tavolato posto a distanza si dovrà uniformare la superficie per rendere continuo lo strato di appoggio della guaina protettiva e delle tegole. terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un feltro isolante a ridotto spessore in fibra di legno per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Tale intervento modifica in modo molto ridotto le dimensioni e le geometrie degli elementi, aggiungendo alla struttura un minimo strato di protezione e tenuta termica.</p>	
<p><b>CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:</b></p> <p>L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 46,96 a 16,72 W/mq ovvero una riduzione pari al 65%. Inserendo uno strato di isolante a ridotto spessore (feltro multistrato da 2 cm) si modifica in maniera lieve la quota di copertura e la geometria originaria ma certamente non si ottiene un risultato che abbassi notevolmente i consumi. Come il feltro termoriflettente è possibile utilizzare altri isolanti termici innovativi a ridotto spessore quali gli isolanti a transizione di fase (MTF) o i modernissimi pannelli in aerogel che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche diverse, soprattutto dal punto di vista del montaggio della resistenza al degrado e dei costi. L'aerogel ad esempio, pur avendo prestazioni superiori a ridottissimi spessore fa aumentare i costi di acquisto e posa in opera fino a 150 € a mq. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2371 a 844 W.</p>	
<p><b>POTENZIALITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non viene modificata la quota della copertura;</li> <li>• Non viene modificata l'architettura dell'edificio;</li> <li>• Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;</li> <li>• Vengono conservati gli elementi originali;</li> <li>• Riduce notevolmente le dispersioni;</li> </ul>	<p><b>CRITICITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiale eccessivamente delicato;</li> <li>• Esecuzione lunga e laboriosa (per il recupero);</li> <li>• Eccessivi costi di acquisto e posa in opera;</li> </ul>

**PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**



ELEMENTO: COPERTURA A FALDA		Cod. A_1_3	
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN FELTRO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO ( feltro termoisolante) A SPESSORE RIDOTTO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE	
PUNTEGGIO			
Intervento più efficiente	Diff. 37,48 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,02 W/mq		5
Efficienza dell'intervento	30,14 W/mq		69
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	58 €/mq		100
Intervento più costoso	118 €/mq		5
Costo dell'intervento	85 €/mq		57
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	Si		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote	Si		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	No		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75



<b>ELEMENTO: COPERTURA A FALDA</b>	<b>Cod. A_2_1</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (pannello in lana di vetro) ALL'ESTRADOSSO</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L' intervento di miglioramento energetico prevede la rimozione del manto di copertura per una successiva pulitura e opportuna sostituzione laddove si presentino elementi di tegola o sottotegola danneggiati. Per quanto riguarda il sottomanto si procederà alla manutenzione della struttura portante che se non sostituita precedentemente dovrà essere opportunamente ripulita e recuperata nelle parti danneggiate. Successivamente si passa allo stuccaggio delle discontinuità di superficie e alla successiva verniciatura. Nel caso degli ambienti con il tavolato posto a distanza si dovrà uniformare la superficie per rendere continuo lo strato di appoggio della guaina protettiva e delle tegole. terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un pannello da 5 cm di lana di vetro per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Tale intervento modifica la quota di copertura di circa 6 cm, aggiungendo alla struttura un minimo strato di protezione e tenuta termica.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 46,96 a 13,86 W/mq ovvero una riduzione pari al 70%. Inserendo uno strato di isolante a ridotto spessore (pannello termoisolante da 5 cm) si modifica la quota di copertura e la geometria originaria pur non ottenendo un risultato che abbassi notevolmente i consumi. Come la lana di vetro, è possibile utilizzare altri isolanti termici quali la lana di roccia, pannelli in polistirene espanso o estruso e pannelli in poliuretano espanso, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche tecniche differenti e costi leggermente più alti. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2371 a 844 W.

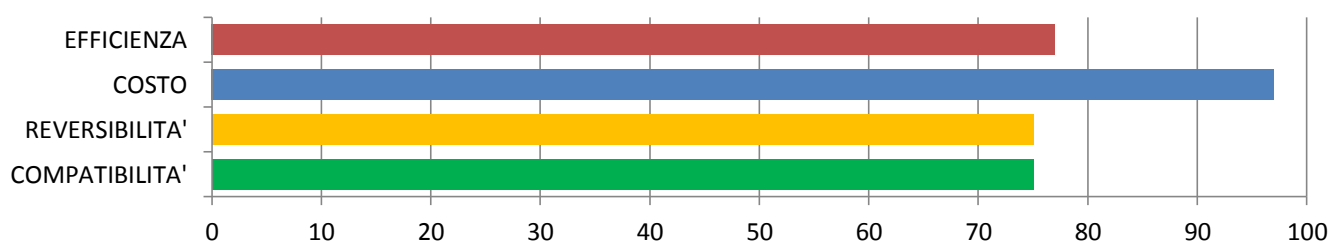
#### POTENZIALITA'

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduce notevolmente le dispersioni;

#### CRITICITA'

- Modifica leggermente la quota della copertura ;
- Esecuzione lunga e laboriosa;
- Non completamente efficace;

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: COPERTURA A FALDA		Cod. A_2_1	
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (pannello in lana di vetro) ALL'ESTRADOSSO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE	
PUNTEGGIO			
Intervento più efficiente	Diff. 37,48 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 9,02 W/mq	5	
Efficienza dell'intervento	33,00 W/mq	77	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	58 €/mq	100	
Intervento più costoso	118 €/mq	5	
Costo dell'intervento	60 €/mq	97	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	No		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote	No		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75

<b>ELEMENTO: COPERTURA A FALDA</b>	<b>Cod. A_2_2</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibra di legno) ALL'ESTRADOSSO</b>	

#### **DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:**

L' intervento di miglioramento energetico prevede la rimozione del manto di copertura per una successiva pulitura e opportuna sostituzione laddove si presentino elementi di tegola o sottotegola danneggiati. Per quanto riguarda il sottomanto si procederà alla manutenzione della struttura portante che se non sostituita precedentemente dovrà essere opportunamente ripulita e recuperata nelle parti danneggiate. Successivamente si passa allo stuccaggio delle discontinuità di superficie e alla successiva verniciatura. Nel caso degli ambienti con il tavolato posto a distanza si dovrà uniformare la superficie per rendere continuo lo strato di appoggio della guaina protettiva e delle tegole. Terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un pannello da 5 cm di fibre di legno per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Tale intervento modifica la quota di copertura di circa 6 cm, aggiungendo alla struttura un minimo strato di protezione e tenuta termica.

#### **CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:**

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 46,96 a 27,50 W/mq ovvero una riduzione pari al 41%. Inserendo uno pannelli isolante si modifica la quota di copertura e la geometria originaria pur non ottenendo un risultato che abbassi notevolmente i consumi. Come la fibra di legno, è possibile utilizzare altri isolanti termici quali la fibra di canapa e kenaf che ha un potere termoisolante e acustiche inalterate nel tempo o altri isolanti termici di tipo vegetale ed ecoefficiente quali la fibra di mais, il sughero, la fibra di legno, la fibra di lino, la fibra di cellulosa e la fibra di juta, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche tecniche differenti. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2371 a 844 W.

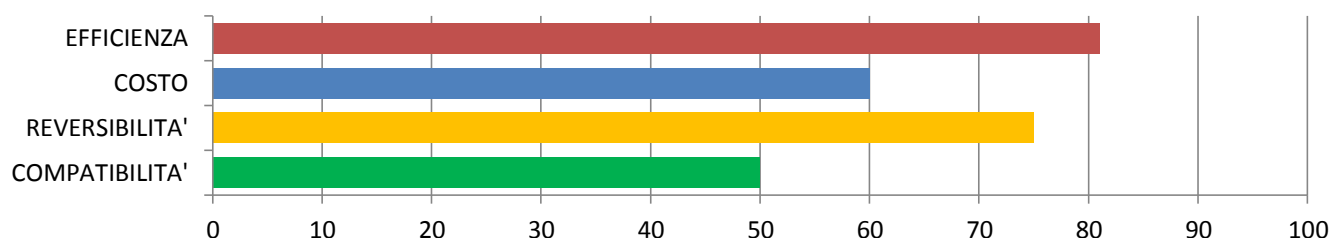
#### **POTENZIALITA'**

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduce notevolmente le dispersioni;

#### **CRITICITA'**

- Modifica leggermente la quota della copertura ;
- Esecuzione lunga e laboriosa;
- Non completamente efficace;

#### **PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**



ELEMENTO: COPERTURA A FALDA		Cod. A_2_2	
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello multistrato) ALL’ESTRADOSSO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE	
PUNTEGGIO			
Intervento più efficiente	Diff. 37,48 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,02 W/mq		5
Efficienza dell’intervento	19,36 W/mq		36
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE	
PUNTEGGIO			
Intervento meno costoso	58 €/mq		100
Intervento più costoso	118 €/mq		5
Costo dell’intervento	63 €/mq		92
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote	No		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75



ELEMENTO: COPERTURA A FALDA

Cod. A\_2\_3

INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello multistrato) ALL'ESTRADOSSO

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L' intervento di miglioramento energetico prevede la rimozione del manto di copertura per una successiva pulitura e opportuna sostituzione laddove si presentino elementi di tegola o sottotegola danneggiati. Per quanto riguarda il sottomanto si procederà alla manutenzione della struttura portante che se non sostituita precedentemente dovrà essere opportunamente ripulita e recuperata nelle parti danneggiate. Successivamente si passa allo stuccaggio delle discontinuità di superficie e alla successiva verniciatura. Nel caso degli ambienti con il tavolato posto a distanza si dovrà uniformare la superficie per rendere continuo lo strato di appoggio della guaina protettiva e delle tegole. terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un pannello termoisolante multistrato riflettente di tipologia innovativa per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Tale intervento modifica in modo molto ridotto le dimensioni e le geometrie degli elementi, aggiungendo alla struttura un ottimo strato di protezione e tenuta termica.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 46,96 a 12,54 W/mq ovvero una riduzione pari al 74%. Questo intervento permette un'efficace riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura risolvendo in modo completo le problematiche di dispersione e senza modificare le geometrie e le quote della struttura. È stato inserito infatti un isolante di tipo innovativo, per esempio un pannello multistrato termoriflettente a ridotto spessore, che ha ottime prestazioni isolanti termiche e acustiche. Come il feltro termoriflettente è possibile utilizzare altri isolanti termici innovativi a ridotto spessore quali gli isolanti a transizione di fase (MTF) o i modernissimi pannelli in aerogel che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche diverse, soprattutto dal punto di vista del montaggio della resistenza al degrado e dei costi. L'aerogel ad esempio, pur avendo prestazioni superiori a ridottissimi spessori fa aumentare i costi di acquisto e posa in opera fino a 150 € a mq. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2371 a 633 W.

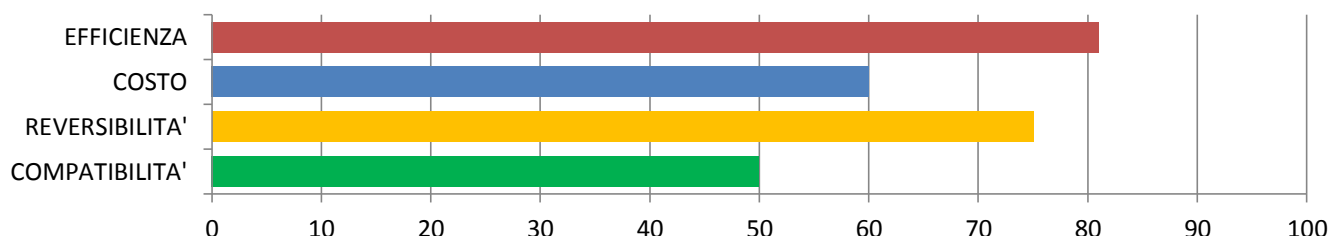
#### POTENZIALITA'

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduce notevolmente le dispersioni;

#### CRITICITA'

- Modifica leggermente la quota della copertura ;
- Esecuzione lunga e laboriosa;
- Non completamente efficace;

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: COPERTURA A FALDA		Cod. A_2_3	
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello multistrato) ALL’ESTRADOSSO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE	
PUNTEGGIO			
Intervento più efficiente	Diff. 37,48 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,02 W/mq		5
Efficienza dell’intervento	34,32 W/mq		81
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE	
PUNTEGGIO			
Intervento meno costoso	58 €/mq		100
Intervento più costoso	118 €/mq		5
Costo dell’intervento	83 €/mq		60
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote	No		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	No		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50

<b>ELEMENTO: COPERTURA A FALDA</b>	<b>Cod. A_3_1</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (pannello in lana di vetro) CON CREAZIONE DI UNA INTERCAPEDINE D'ARIA</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L' intervento di miglioramento energetico prevede la rimozione del manto di copertura per una successiva pulitura e opportuna sostituzione laddove si presentino elementi di tegola o sottotegola danneggiati. Per quanto riguarda il sottomanto si procederà alla manutenzione della struttura portante che se non sostituita precedentemente dovrà essere opportunamente ripulita e recuperata nelle parti danneggiate. Successivamente si passa allo stuccaggio delle discontinuità di superficie e alla successiva verniciatura. Nel caso degli ambienti con il tavolato posto a distanza si dovrà uniformare la superficie per rendere continuo lo strato di appoggio della guaina protettiva e delle tegole. terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa alla creazione di una intercapedine areata formata da un pannello termoisolante di tipo convenzionale più uno strato d'aria, racchiusi tra due pannelli in legno distanziati tramite listelli in legno. Al di sopra del pannello a contatto con la struttura lignea viene inserita una membrana traspirante e protettiva in modo da preservare il più possibile la struttura. Tale intervento modifica le dimensioni e le geometrie degli elementi elevando la quota di circa 13-15 cm, aggiungendo alla struttura un ottimo strato di protezione e tenuta termica.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI

##### UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 46,96 a 13,98 W/mq ovvero una riduzione pari al 70%. Questo intervento permette un'efficace riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura pur non risolvendo in modo completo le problematiche di dispersione e apportando forti modifiche alle geometrie e alle quote della struttura. È stato inserito infatti un isolante di tipo convenzionale, per esempio un pannello in lana di legno da 5 cm. Aumentando lo spessore del pannello di isolante, naturalmente si potrebbero raggiungere maggiori riduzioni di dispersione, aumentando ulteriormente la quota della copertura. Come la lana di vetro, è possibile utilizzare altri isolanti termici quali la lana di roccia, pannelli in polistirene espanso o estruso e pannelli in poliuretano espanso, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche tecniche differenti e costi leggermente più alti. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2371 a 706 W.

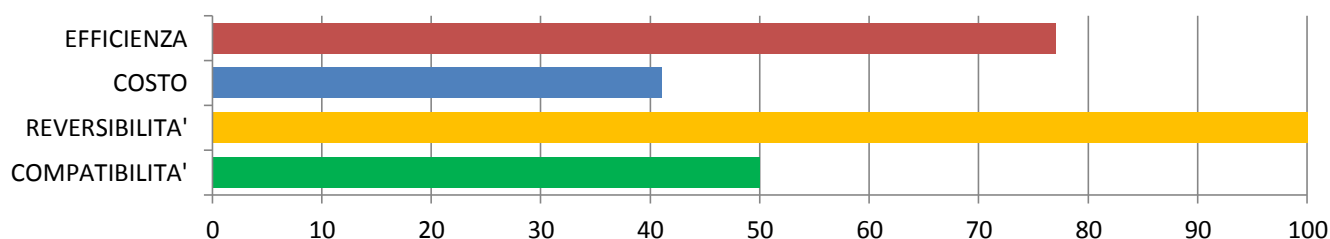
##### POTENZIALITA'

- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduce notevolmente le dispersioni;

##### CRITICITA'

- Modifica la quota della copertura ;
- Esecuzione lunga e laboriosa;
- Abbastanza costoso rispetto ai vantaggi apportati;

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:

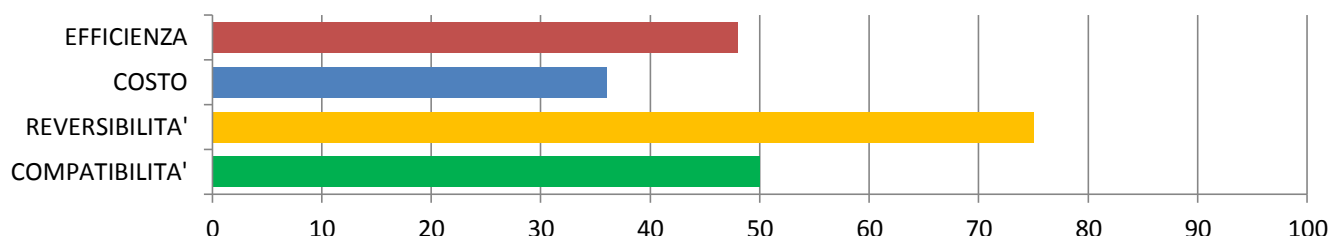


ELEMENTO: COPERTURA A FALDA		Cod. A_3_1	
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (pannello in lana di vetro) CON CREAZIONE DI UNA INTERCAPEDINE D'ARIA			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE	
PUNTEGGIO			
Intervento più efficiente	Diff. 37,48 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,02 W/mq		5
Efficienza dell'intervento	32,88 W/mq		77
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE	
PUNTEGGIO			
Intervento meno costoso	58 €/mq		100
Intervento più costoso	118 €/mq		5
Costo dell'intervento	95 €/mq		41
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	Si		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	No		
Mantenimento delle quote	No		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50



<b>ELEMENTO: COPERTURA A FALDA</b>	<b>Cod. A_3_2</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibra di legno) CON CREAZIONE DI UNA INTERCAPEDINE D'ARIA</b>	
<p><b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:</b></p> <p>L' intervento di miglioramento energetico prevede la rimozione del manto di copertura per una successiva pulitura e opportuna sostituzione laddove si presentino elementi di tegola o sottotegola danneggiati. Per quanto riguarda il sottomanto si procederà alla manutenzione della struttura portante che se non sostituita precedentemente dovrà essere opportunamente ripulita e recuperata nelle parti danneggiate. Successivamente si passa allo stuccaggio delle discontinuità di superficie e alla successiva verniciatura. Nel caso degli ambienti con il tavolato posto a distanza si dovrà uniformare la superficie per rendere continuo lo strato di appoggio della guaina protettiva e delle tegole. terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa alla creazione di una intercapedine areata formata da un pannello termoisolante di tipo ecoefficiente più uno strato d'aria, racchiusi tra due pannelli in legno distanziati tramite listelli in legno. Al di sopra del pannello a contatto con la struttura lignea viene inserita una membrana traspirante e protettiva in modo da preservare il più possibile la struttura. Tale intervento modifica le dimensioni e le geometrie degli elementi elevando la quota di circa 13-15 cm, aggiungendo alla struttura un ottimo strato di protezione e tenuta termica.</p>	
<p><b>CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:</b></p> <p>L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 46,96 a 23,54 W/mq ovvero una riduzione pari al 50%. Questo intervento permette una discreta riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura pur non risolvendo in modo completo le problematiche di dispersione e apportando forti modifiche alle geometrie e alle quote della struttura. È stato inserito infatti un isolante di tipo ecoefficiente, per esempio un pannello in fibra di legno da 5 cm. Aumentando lo spessore del pannello di isolante, naturalmente si potrebbero raggiungere maggiori riduzioni di dispersione, aumentando ulteriormente la quota della copertura. Come la fibra di legno, è possibile utilizzare altri isolanti termici quali la fibra di canapa e kenaf che ha un potere termoisolante e acustiche inalterate nel tempo o altri isolanti termici di tipo vegetale ed ecoefficiente quali la fibra di mais, il sughero, la fibra di legno, la fibra di lino, la fibra di cellulosa e la fibra di juta, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche tecniche differenti. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2371 a 1188 W.</p>	
<p><b>POTENZIALITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;</li> <li>• Vengono conservati gli elementi originali;</li> <li>• Riduce notevolmente le dispersioni;</li> </ul>	<p><b>CRITICITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modifica la quota della copertura ;</li> <li>• Esecuzione lunga e laboriosa;</li> <li>• Abbastanza costoso rispetto ai vantaggi apportati;</li> </ul>

**PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**



ELEMENTO: COPERTURA A FALDA		Cod. A_3_2	
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibra di legno) CON CREAZIONE DI UNA INTERCAPEDINE D'ARIA			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE	
PUNTEGGIO			
Intervento più efficiente	Diff. 37,48 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,02 W/mq		5
Efficienza dell'intervento	23,32 W/mq		48
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE	
PUNTEGGIO			
Intervento meno costoso	58 €/mq		100
Intervento più costoso	118 €/mq		5
Costo dell'intervento	98 €/mq		36
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	No		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	No		
Mantenimento delle quote	No		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50

<b>ELEMENTO: COPERTURA A FALDA</b>	<b>Cod. A_3_3</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello termoisolante multistrato) CON CREAZIONE DI UNA INTERCAPEDINE D'ARIA</b>	

#### **DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:**

L' intervento di miglioramento energetico prevede la rimozione del manto di copertura per una successiva pulitura e opportuna sostituzione laddove si presentino elementi di tegola o sottotegola danneggiati. Per quanto riguarda il sottomanto si procederà alla manutenzione della struttura portante che se non sostituita precedentemente dovrà essere opportunamente ripulita e recuperata nelle parti danneggiate. Successivamente si passa allo stuccaggio delle discontinuità di superficie e alla successiva verniciatura. Nel caso degli ambienti con il tavolato posto a distanza si dovrà uniformare la superficie per rendere continuo lo strato di appoggio della guaina protettiva e delle tegole. terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa alla creazione di una intercapedine areata formata da un pannello termoisolante di tipo innovativo più uno strato d'aria, racchiusi tra due pannelli in legno distanziati tramite listelli in legno. Al di sopra del pannello a contatto con la struttura lignea viene inserita una membrana traspirante e protettiva in modo da preservare il più possibile la struttura. Tale intervento modifica le dimensioni e le geometrie degli elementi elevando la quota di circa 13-15 cm, aggiungendo alla struttura un ottimo strato di protezione e tenuta termica.

#### **CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI**

##### **UTILIZZATI:**

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 46,96 a 11,66 W/mq ovvero una riduzione pari al 75%. Questo intervento permette un'ottima riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura risolvendo in modo completo le problematiche di dispersione e apportando modifiche alle geometrie e alle quote della struttura. È stato inserito infatti un isolante di tipo innovativo, per esempio un pannello multistrato termoriflettente da 3 cm. Come il pannello termoriflettente è possibile utilizzare altri isolanti termici innovativi a ridotto spessore quali gli isolanti a transizione di fase (MTF) o i modernissimi pannelli in aerogel che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche diverse, soprattutto dal punto di vista del montaggio della resistenza al degrado e dei costi. L'aerogel ad esempio, pur avendo prestazioni superiori a ridottissimi spessori fa aumentare i costi di acquisto e posa in opera fino a 150 € a mq. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2371 a 586 W.

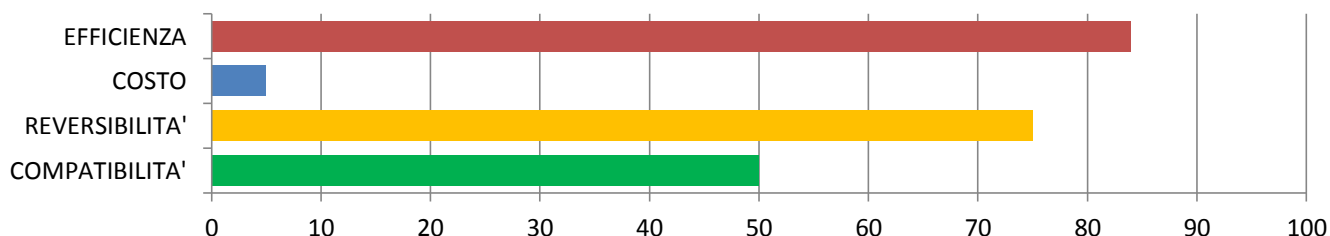
##### **POTENZIALITA'**

- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduce notevolmente le dispersioni;

##### **CRITICITA'**

- Modifica la quota della copertura ;
- Esecuzione lunga e laboriosa;
- Abbastanza costoso rispetto ai vantaggi apportati;

#### **PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**



ELEMENTO: COPERTURA A FALDA		Cod. A_3_3	
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello termoisolante multistrato) CON CREAZIONE DI UNA INTERCAPEDINE D'ARIA			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE	
PUNTEGGIO			
Intervento più efficiente	Diff. 37,48 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,02 W/mq		5
Efficienza dell'intervento	35,2 W/mq		84
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	58 €/mq		100
Intervento più costoso	118 €/mq		5
Costo dell'intervento	118 €/mq		5
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	No		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	No		
Mantenimento delle quote	No		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50



<b>ELEMENTO: COPERTURA A FALDA</b>	<b>Cod. A_4_1</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (pannello in lana di vetro) ALL'INTRADOSSO</b>	

#### **DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:**

L' intervento di miglioramento energetico prevede la rimozione del manto di copertura per una successiva pulitura e opportuna sostituzione laddove si presentino elementi di tegola o sottotegola danneggiati. Per quanto riguarda il sottomanto si procederà alla manutenzione della struttura portante che se non sostituita precedentemente dovrà essere opportunamente ripulita e recuperata nelle parti danneggiate. Successivamente si passa allo stuccaggio delle discontinuità di superficie e alla successiva verniciatura. Nel caso degli ambienti con il tavolato posto a distanza si dovrà uniformare la superficie per rendere continuo lo strato di appoggio della guaina protettiva e delle tegole. Terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un pannello da 10 cm di lana di vetro all'intradosso della struttura per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Lo spessore dello strato di isolante dipende dall'altezza delle travi in legno e l'intera operazione non comporta modifiche alle geometrie e alle quote dell'intera copertura aumentandone le capacità termiche.

#### **CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:**

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 46,96 a 8,14 W/mq ovvero una riduzione pari al 83%. Questo intervento permette un'ottima riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura risolvendo in modo completo le problematiche di dispersione non apportando modifiche alle geometrie e alle quote della struttura. È stato inserito infatti un isolante di tipo convenzionale, per esempio un pannello in lana di vetro da 10 cm. Come la lana di vetro, è possibile utilizzare altri isolanti termici quali la lana di roccia, pannelli in polistirene espanso o estruso e pannelli in poliuretano espanso, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche tecniche differenti e costi leggermente più alti. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2371 a 411 W.

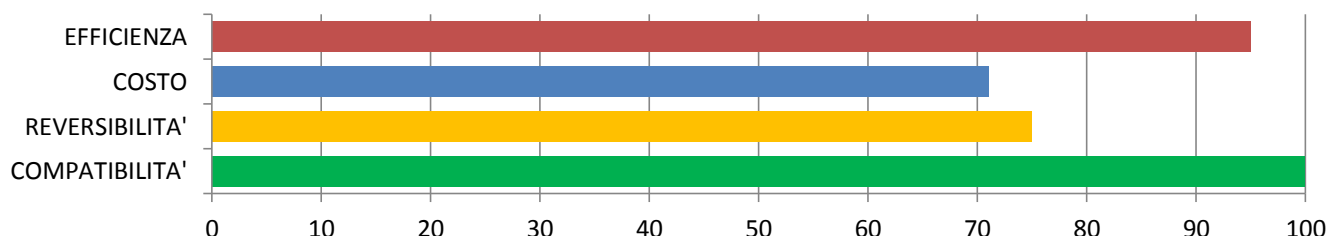
#### **POTENZIALITA'**

- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduce notevolmente le dispersioni;
- Non comporta un aumento della quota di copertura

#### **CRITICITA'**

- Non completamente efficace ;
- Esecuzione lunga e laboriosa;

#### **PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**



ELEMENTO: COPERTURA A FALDA		Cod. A_4_1	
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (pannello in lana di vetro) ALL'INTRADOSSO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE	
PUNTEGGIO			
Intervento più efficiente	Diff. 37,48 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,02 W/mq		5
Efficienza dell'intervento	38,72 W/mq		95
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	58 €/mq		100
Intervento più costoso	118 €/mq		5
Costo dell'intervento	76 €/mq		71
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	No		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote	Si		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100

<b>ELEMENTO: COPERTURA A FALDA</b>	<b>Cod. A_4_2</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibra di legno) ALL'INTRADOSSO</b>	

#### **DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:**

L' intervento di miglioramento energetico prevede la rimozione del manto di copertura per una successiva pulitura e opportuna sostituzione laddove si presentino elementi di tegola o sottotegola danneggiati. Per quanto riguarda il sottomanto si procederà alla manutenzione della struttura portante che se non sostituita precedentemente dovrà essere opportunamente ripulita e recuperata nelle parti danneggiate. Successivamente si passa allo stuccaggio delle discontinuità di superficie e alla successiva verniciatura. Nel caso degli ambienti con il tavolato posto a distanza si dovrà uniformare la superficie per rendere continuo lo strato di appoggio della guaina protettiva e delle tegole. terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un pannello da 10 cm di fibra di legno all'intradosso della struttura per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Lo spessore dello strato di isolante dipende dall'altezza delle travi in legno e l'intera operazione non comporta modifiche alle geometrie e alle quote dell'intera copertura aumentandone le capacità termiche.

#### **CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:**

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 46,96 a 19,8 W/mq ovvero una riduzione pari al 58%. Questo intervento permette un'ottima riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura risolvendo in modo completo le problematiche di dispersione non apportando modifiche alle geometrie e alle quote della struttura. È stato inserito infatti un isolante di tipo ecoefficiente, per esempio un pannello in fibra di legno da 10 cm. Come la fibra di legno, è possibile utilizzare altri isolanti termici quali la fibra di canapa e kenaf che ha un potere termoisolante e acustiche inalterate nel tempo o altri isolanti termici di tipo vegetale ed ecoefficiente quali la fibra di mais, il sughero, la fibra di legno, la fibra di lino, la fibra di cellulosa e la fibra di juta, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche tecniche differenti. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2371 a 1000 W.

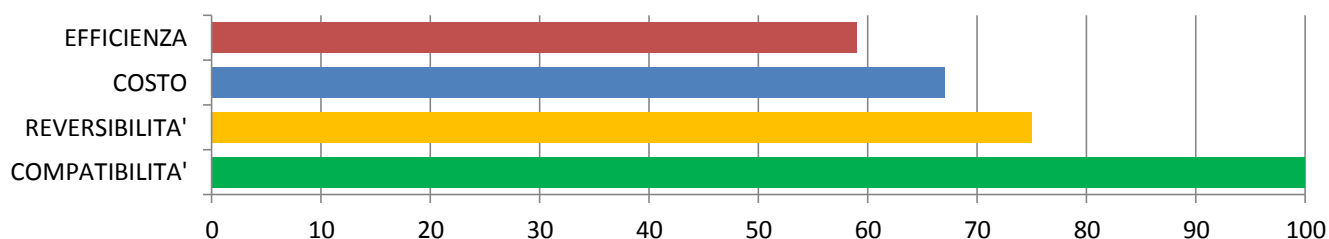
#### **POTENZIALITA'**

- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduce notevolmente le dispersioni;
- Non comporta un aumento della quota di copertura

#### **CRITICITA'**

- Non completamente efficace ;
- Esecuzione lunga e laboriosa;

#### **PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**



ELEMENTO: COPERTURA A FALDA		Cod. A_4_2	
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibra di legno) ALL'INTRADOSSO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE	
PUNTEGGIO			
Intervento più efficiente	Diff. 37,48 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 9,02 W/mq	5	
Efficienza dell'intervento	27,06 W/mq	59	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	58 €/mq	100	
Intervento più costoso	118 €/mq	5	
Costo dell'intervento	79 €/mq	67	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	No		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote	Si		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100



<b>ELEMENTO: COPERTURA A FALDA</b>	<b>Cod. A_4_3</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello poliuretano espanso) ALL'INTRADOSSO</b>	

#### **DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:**

L' intervento di miglioramento energetico prevede la rimozione del manto di copertura per una successiva pulitura e opportuna sostituzione laddove si presentino elementi di tegola o sottotegola danneggiati. Per quanto riguarda il sottomanto si procederà alla manutenzione della struttura portante che se non sostituita precedentemente dovrà essere opportunamente ripulita e recuperata nelle parti danneggiate. Successivamente si passa allo stuccaggio delle discontinuità di superficie e alla successiva verniciatura. Nel caso degli ambienti con il tavolato posto a distanza si dovrà uniformare la superficie per rendere continuo lo strato di appoggio della guaina protettiva e delle tegole. terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un pannello in poliuretano espanso all'intradosso della struttura per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Lo spessore dello strato di isolante dipende dall'altezza delle travi in legno e l'intera operazione non comporta modifiche alle geometrie e alle quote dell'intera copertura aumentandone le capacità termiche.

#### **CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:**

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 46,96 a 6,6 W/mq ovvero una riduzione pari al 86%. Questo intervento permette un'ottima riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura risolvendo in modo completo le problematiche di dispersione non apportando modifiche alle geometrie e alle quote della struttura. È stato inserito infatti un isolante di tipo innovativo, per esempio un pannello in poliuretano espanso da 10 cm. Come il pannello in poliuretano è possibile utilizzare anche la schiuma poliuretanica che comporterebbe una difficile posa in opera lavorando all'intradosso della copertura e un rilevante aumento dei costi. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2371 a 333 W.

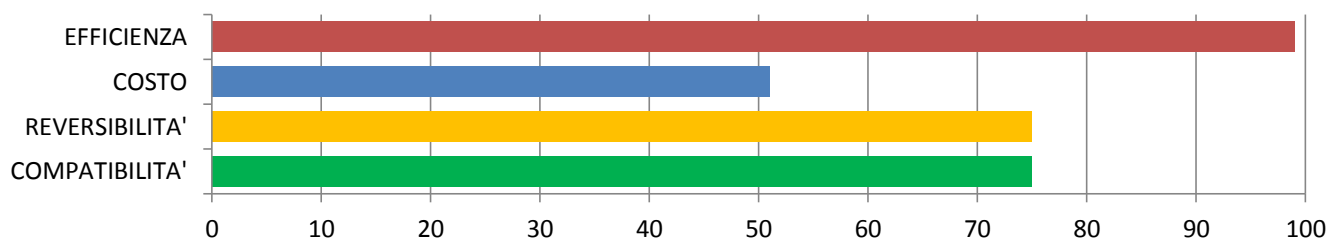
#### **POTENZIALITA'**

- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduce notevolmente le dispersioni;
- Non comporta un aumento della quota di copertura

#### **CRITICITA'**

- Non molto economico ;
- Esecuzione lunga e laboriosa;

#### **PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**



ELEMENTO: COPERTURA A FALDA		Cod. A_4_3	
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello pannello poliuretano espanso ) ALL'INTRADOSSO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE	
PUNTEGGIO			
Intervento più efficiente	Diff. 37,48 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,02 W/mq		5
Efficienza dell'intervento	40,26 W/mq		99
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE	
PUNTEGGIO			
Intervento meno costoso	58 €/mq		100
Intervento più costoso	118 €/mq		5
Costo dell'intervento	89 €/mq		51
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	No		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote	Si		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	No		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75

<b>ELEMENTO: COPERTURA A FALDA</b>	<b>Cod. A_5_1</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (pannello in lana di vetro) ALL'INTRADOSSO E CHIUSURA CON PANNELLO IN CARTONGESSO</b>	

#### **DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:**

L' intervento di miglioramento energetico prevede la rimozione del manto di copertura per una successiva pulitura e opportuna sostituzione laddove si presentino elementi di tegola o sottotegola danneggiati. Per quanto riguarda il sottomanto si procederà alla manutenzione della struttura portante che se non sostituita precedentemente dovrà essere opportunamente ripulita e recuperata nelle parti danneggiate. Successivamente si passa allo stuccaggio delle discontinuità di superficie e alla successiva verniciatura. Nel caso degli ambienti con il tavolato posto a distanza si dovrà uniformare la superficie per rendere continuo lo strato di appoggio della guaina protettiva e delle tegole. terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un pannello in lana di vetro all'intradosso della struttura per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Infine verrà realizzata una chiusura in cartongesso applicata ad appoggi metallici precedentemente installati. Lo spessore dello strato di isolante dipende dall'altezza delle travi in legno e l'intera operazione non comporta modifiche alle geometrie e alle quote dell'intera copertura aumentandone le capacità termiche.

#### **CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI**

##### **UTILIZZATI:**

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 46,96 a 8,14 W/mq ovvero una riduzione pari al 83%. Questo intervento permette un'ottima riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura risolvendo in modo completo le problematiche di dispersione non apportando modifiche alle geometrie e alle quote della struttura. È stato inserito infatti un isolante di tipo convenzionale, per esempio un pannello in lana di vetro da 10 cm. Come la lana di vetro, è possibile utilizzare altri isolanti termici quali la lana di roccia, pannelli in polistirene espanso o estruso e pannelli in poliuretano espanso, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche tecniche differenti e costi leggermente più alti. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2371 a 411 W.

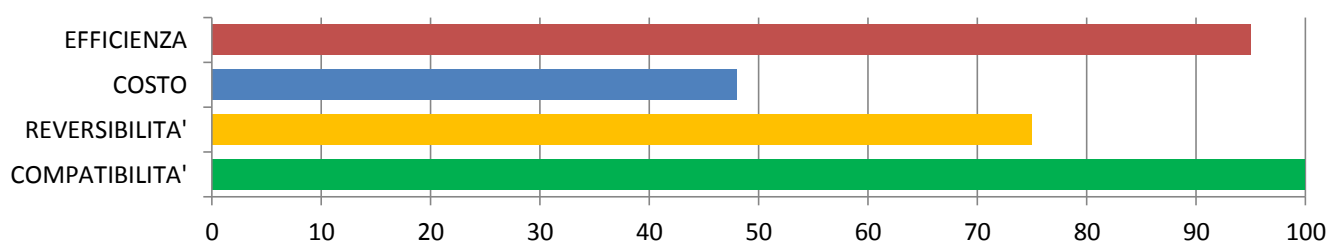
##### **POTENZIALITA'**

- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduce notevolmente le dispersioni;
- Non comporta un aumento della quota di copertura

##### **CRITICITA'**

- Non molto economico ;
- Esecuzione lunga e laboriosa;

#### **PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**



ELEMENTO: COPERTURA A FALDA		Cod. A_5_1	
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (pannello in lana di vetro) ALL'INTRADOSSO E CHIUSURA CON PANNELLO IN CARTONGESSO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE	
PUNTEGGIO			
Intervento più efficiente	Diff. 37,48 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 9,02 W/mq	5	
Efficienza dell'intervento	38,72 W/mq	95	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	58 €/mq	100	
Intervento più costoso	118 €/mq	5	
Costo dell'intervento	91 €/mq	48	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	No		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote	Si		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100



<b>ELEMENTO: COPERTURA A FALDA</b>	<b>Cod. A_5_2</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibra di legno) ALL'INTRADOSSO E CHIUSURA CON PANNELLO IN CARTONGESSO</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L' intervento di miglioramento energetico prevede la rimozione del manto di copertura per una successiva pulitura e opportuna sostituzione laddove si presentino elementi di tegola o sottotegola danneggiati. Per quanto riguarda il sottomanto si procederà alla manutenzione della struttura portante che se non sostituita precedentemente dovrà essere opportunamente ripulita e recuperata nelle parti danneggiate. Successivamente si passa allo stuccaggio delle discontinuità di superficie e alla successiva verniciatura. Nel caso degli ambienti con il tavolato posto a distanza si dovrà uniformare la superficie per rendere continuo lo strato di appoggio della guaina protettiva e delle tegole. terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un pannello in fibra di legno all'intradosso della struttura per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Infine verrà realizzata una chiusura in cartongesso applicata ad appoggi metallici precedentemente installati. Lo spessore dello strato di isolante dipende dall'altezza delle travi in legno e l'intera operazione non comporta modifiche alle geometrie e alle quote dell'intera copertura aumentandone le capacità termiche.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI

##### UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 46,96 a 19,14 W/mq ovvero una riduzione pari al 59%. Questo intervento permette un'ottima riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura risolvendo in modo completo le problematiche di dispersione non apportando modifiche alle geometrie e alle quote della struttura. È stato inserito infatti un isolante di tipo ecoefficiente, per esempio un pannello in fibra di legno da 10 cm. Come la fibra di legno, è possibile utilizzare altre fibre naturali come la fibra di mais o di canapa o kenaf che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche tecniche differenti e costi leggermente più alti. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2371 a 967 W.

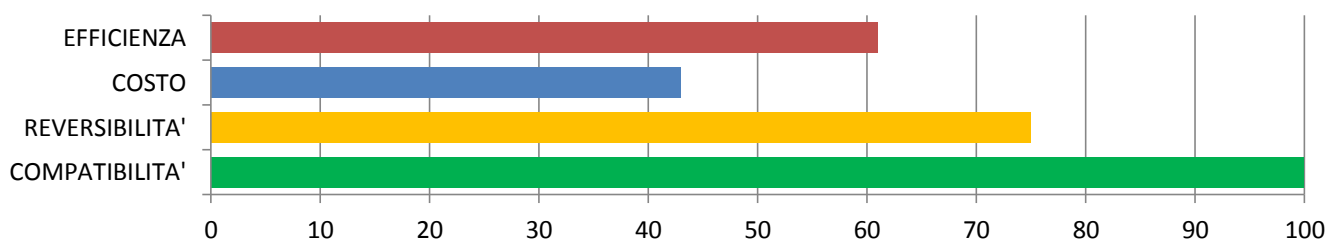
##### POTENZIALITA'

- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduce notevolmente le dispersioni;
- Non comporta un aumento della quota di copertura

##### CRITICITA'

- Non molto efficace ;
- Esecuzione lunga e laboriosa;
- Costoso rispetto ai vantaggi apportati

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: COPERTURA A FALDA		Cod. A_5_2	
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibra di legno) ALL'INTRADOSSO E CHIUSURA CON PANNELLO IN CARTONGESSO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE	
PUNTEGGIO			
Intervento più efficiente	Diff. 37,48 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 9,02 W/mq	5	
Efficienza dell'intervento	27,72 W/mq	61	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	58 €/mq	100	
Intervento più costoso	118 €/mq	5	
Costo dell'intervento	94 €/mq	43	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	No		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote	Si		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100

<b>ELEMENTO: COPERTURA A FALDA</b>	<b>Cod. A_5_3</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello poliuretano espanso) ALL'INTRADOSSO E CHIUSURA CON PANNELLO IN CARTONGESSO</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L' intervento di miglioramento energetico prevede la rimozione del manto di copertura per una successiva pulitura e opportuna sostituzione laddove si presentino elementi di tegola o sottotegola danneggiati. Per quanto riguarda il sottomanto si procederà alla manutenzione della struttura portante che se non sostituita precedentemente dovrà essere opportunamente ripulita e recuperata nelle parti danneggiate. Successivamente si passa allo stuccaggio delle discontinuità di superficie e alla successiva verniciatura. Nel caso degli ambienti con il tavolato posto a distanza si dovrà uniformare la superficie per rendere continuo lo strato di appoggio della guaina protettiva e delle tegole. terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un pannello termoisolante in multistrato all'intradosso della struttura per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Infine verrà realizzata una chiusura in cartongesso applicata ad appoggi metallici precedentemente installati. Lo spessore dello strato di isolante dipende dall'altezza delle travi in legno e l'intera operazione non comporta modifiche alle geometrie e alle quote dell'intera copertura aumentandone le capacità termiche.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 46,96 a 6,38 W/mq ovvero una riduzione pari al 87%. Questo intervento permette un'ottima riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura risolvendo in modo completo le problematiche di dispersione non apportando modifiche alle geometrie e alle quote della struttura. È stato inserito infatti un isolante di tipo innovativo, per esempio un pannello in poliuretano espanso da 10 cm. Come il pannello in poliuretano è possibile utilizzare anche la schiuma poliuretamica che comporterebbe una difficile posa in opera lavorando all'intradosso della copertura e un rilevante aumento dei costi. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2371 a 322 W.

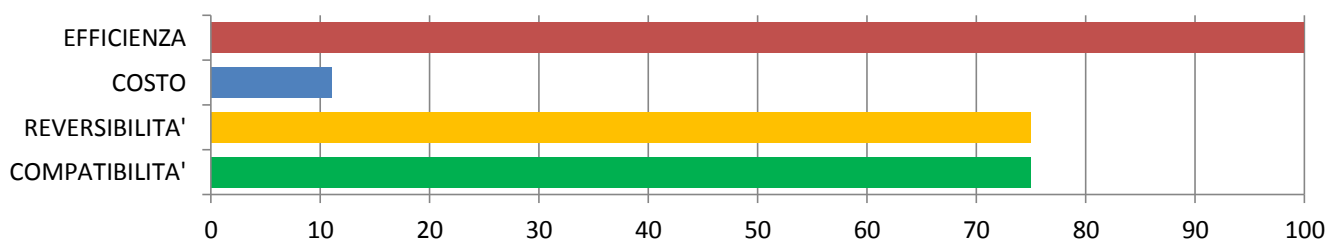
#### POTENZIALITA'

- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduce notevolmente le dispersioni;
- Non comporta un aumento della quota di copertura

#### CRITICITA'

- Esecuzione lunga e laboriosa;
- Molto costoso

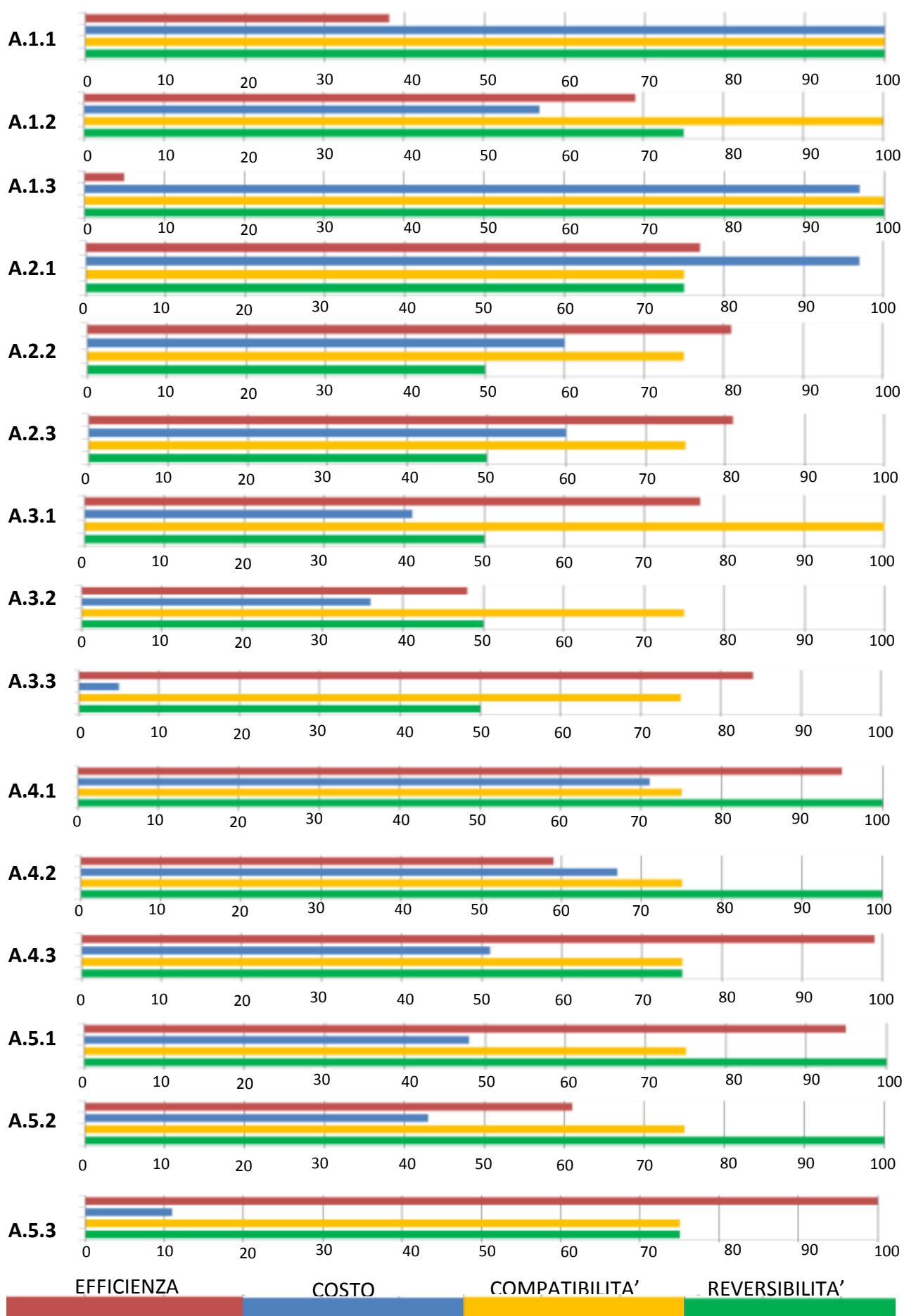
#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: COPERTURA A FALDA		Cod. A_5_3	
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E INSERIMENTO DI UN PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello poliuretano espanso) ALL'INTRADOSSO E CHIUSURA CON PANNELLO IN CARTONGESSO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 37,48 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,02 W/mq		5
Efficienza dell'intervento	40,48 W/mq		100
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	58 €/mq		100
Intervento più costoso	118 €/mq		5
Costo dell'intervento	114 €/mq		11
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	No		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote	Si		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	No		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75



## SINTESI DEI GRAFICI DI VALUTAZIONE PER L'ELEMENTO COPERTURA A FALDA\_COD. A\_



<b>ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA</b>	<b>Cod. B</b>
<b>Dispersioni della copertura a terrazza allo stato di fatto:</b>	<b>23,1 W/mq</b>
<p><b>DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO:</b></p> <p>La copertura di terrazza è realizzata con un solaio latero-cementizio dello spessore di circa 24 cm. All'interno degli ambienti al piano sottostante si individua la presenza di travi emergenti dello spessore 30 x 50 cm. Lo stato di conservazione dell'intradosso del solaio denuncia la presenza di infiltrazioni di acqua per via dell'esfoliazione degli starti di intonaco ma non permette di verificarne la stratigrafia. Si può comunque ipotizzare che esso sia costituito da pignatte in laterizio di alleggerimento intervallate da travetti in calcestruzzo armato con una soletta gettata in opera. A chiusura perimetrale della terrazza un muretto latero-cementizio ingloba una grondaia in lamiera per lo smaltimento delle acque piovane.</p> <p>La simulazione del comportamento energetico dell'edificio ha dimostrato come il sottosistema copertura a terrazza comporti dispersioni termiche pari a 23,10 W/mqK che nel complesso ammontano a 2375 W. Malgrado le dispersioni non raggiungano valori eccessivi, la presenza di infiltrazioni di acqua all'interno degli ambienti del secondo livello e l'ampia estensione dell'area, sono ragioni che fanno preferire un intervento di miglioramento energetico al fine di contribuire positivamente al bilancio energetico dell'intero edificio. All'interno dell'isolato in esame, questa unità edilizia si presenta come l'unica tra le settanta con copertura piana a terrazza. I restanti fabbricati sono tutti dotati di copertura a falda a semplice o a doppio spiovente. Anche all'interno del quartiere Monte nel centro storico di Piazza Armerina sono molto rare tipologie simili di terrazze piane. Per tale ragione, confermata dal fatto che si tratta di opere di recente costruzione, le ipotesi di intervento proposte non si avvalgono dei principi meramente conservativi, bensì prevedono anche operazioni di maggiore impatto sempre nel rispetto della visione d'insieme dell'isolato all'interno del centro storico.</p>	<p><b>IMMAGINI DELL'ELEMENTO COPERTURA A TERRAZZA</b></p> 

<b>ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA</b>	<b>Cod. B_1_1</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (polistirene espanso) E NUOVA PAVIMENTAZIONE</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di efficientamento energetico del solaio di terrazza consiste nella realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio, senza rimuovere la pavimentazione esistente, attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo convenzionale al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore dovuto all'insolazione attraversi il solaio penetrando negli ambienti sottostanti e soprattutto che il calore prodotto si disperda verso l'esterno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, ma si può, anche se in discreta, ridurre i consumi energetici. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Inserimento di uno strato di collante sopra la pavimentazione per la posa dell'isolante; - Incollaggio dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di impermeabilizzante per aumentare la traspirabilità; - Creazione di un massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione. Questo intervento comporta l'aumento della quota di calpestio della terrazza di circa 12 cm.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 23,10 a 6,82 W/mq ovvero una riduzione pari al 70%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente sottostante il solaio in esame. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura latero-cementizia del solaio rispetto alla struttura muraria sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette al solaio di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità e non permette il miglior comfort interno. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2375 a 646 W.

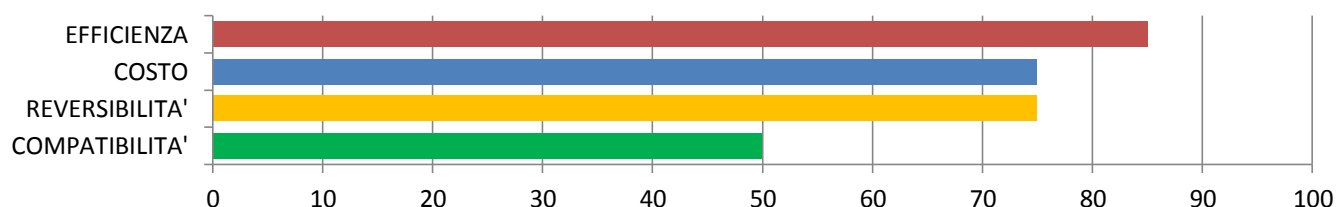
#### POTENZIALITA'

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;

#### CRITICITA'

- Viene modificata la quota di calpestio;
- Non completamente efficace;

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:

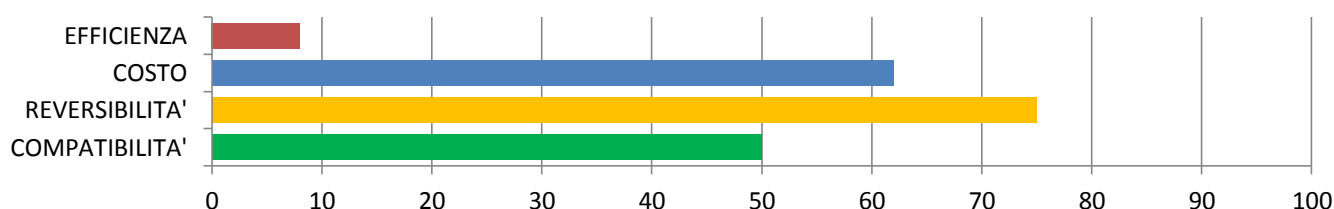


ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA		Cod. B_1_1	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (polistirene espanso) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 17,6 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 9,46 W/mq	5	
Efficienza dell’intervento	16,28 W/mq	85	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	50 €/mq	100	
Intervento più costoso	107 €/mq	5	
Costo dell’intervento	65 €/mq	75	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	No		
Mantenimento dei materiali storici	No		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50



ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA	Cod. B_1_2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibra di legno) E NUOVA PAVIMENTAZIONE	
<p><b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:</b></p> <p>L'intervento di efficientamento energetico del solaio di terrazza consiste nella realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio, senza rimuovere la pavimentazione esistente, attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo ecoefficiente al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore dovuto all'insolazione attraversi il solaio penetrando negli ambienti sottostanti e soprattutto che il calore prodotto si disperda verso l'esterno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, ma si può, anche se in discreta, ridurre i consumi energetici. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Inserimento di uno strato di collante sopra la pavimentazione per la posa dell'isolante; - Incollaggio dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di impermeabilizzante per aumentare la traspirabilità; - Creazione di un massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione. Questo intervento comporta l'aumento della quota di calpestio della terrazza di circa 12 cm.</p>	
<p><b>CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:</b></p> <p>L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 23,10 a 13,42 W/mq ovvero una riduzione pari al 42%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente sottostante il solaio in esame. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura latero-cementizia del solaio rispetto alla struttura muraria sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di legno dello spessore di 5 cm. Questo tipo di isolante è di origine completamente vegetale e ha ottime capacità termoisolanti e fonoassorbenti. Oltre a queste è molto traspirabile, è un buon regolatore di umidità, ha buona elasticità e resistenza meccanica ed è inattaccabile da insetti e roditori. Come punti di debolezza ha la sensibilità all'umidità e una bassa resistenza al fuoco, che costringono l'utilizzo di guaine protettive adatte per non peggiorare la capacità termoisolante. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2375 a 1379 W.</p>	
<p><b>POTENZIALITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non viene modificata l'architettura dell'edificio;</li> <li>• Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche;</li> <li>• Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;</li> </ul>	<p><b>CRITICITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viene modificata la quota di calpestio;</li> <li>• Non completamente efficace;</li> <li>• Costoso rispetto ai miglioramenti apportati.</li> </ul>

**PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**



ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA		Cod. B_1_2	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibra di legno) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 17,6 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 9,46 W/mq	5	
Efficienza dell’intervento	9,68 W/mq	8	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	50 €/mq	100	
Intervento più costoso	107 €/mq	5	
Costo dell’intervento	73 €/mq	62	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	No		
Mantenimento dei materiali storici	No		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50

<b>ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA</b>	<b>Cod. B_1_3</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello in poliuretano espanso) E NUOVA PAVIMENTAZIONE</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di efficientamento energetico del solaio di terrazza consiste nella realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio, senza rimuovere la pavimentazione esistente, attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo innovativo al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore dovuto all'insolazione attraversi il solaio penetrando negli ambienti sottostanti e soprattutto che il calore prodotto si disperda verso l'esterno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, ma si può, anche se in discreta, ridurre i consumi energetici. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Inserimento di uno strato di collante sopra la pavimentazione per la posa dell'isolante; - Incollaggio dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di impermeabilizzante per aumentare la traspirabilità; - Creazione di un massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione. Questo intervento comporta l'aumento della quota di calpestio della terrazza di circa 12 cm.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI

##### UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 23,10 a 5,72 W/mq ovvero una riduzione pari al 75%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente sottostante il solaio in esame. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura latero-cementizia del solaio rispetto alla struttura muraria sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito poliuretano espanso da 5 cm. Come questo tipo di isolante è possibile utilizzare anche la schiuma poliuretanica che comporterebbe una difficile posa in opera e un rilevante aumento dei costi. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2375 a 588 W.

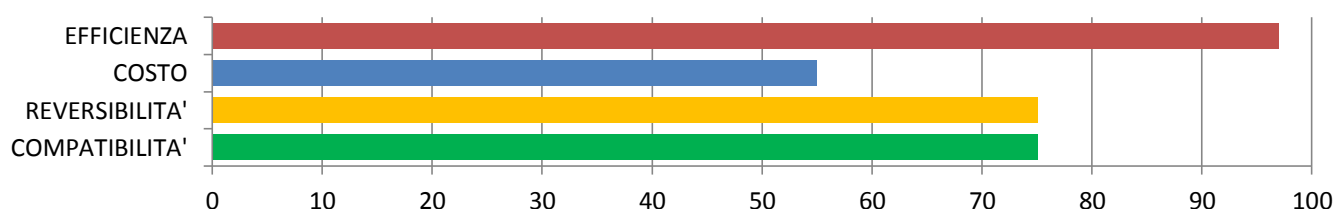
##### POTENZIALITA'

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;

##### CRITICITA'

- Viene modificata la quota di calpestio;
- Non completamente efficace;

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA		Cod. B_1_3	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello in poliuretano espanso) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 17,6 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 9,46 W/mq	5	
Efficienza dell’intervento	17,38 W/mq	97	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	50 €/mq	100	
Intervento più costoso	107 €/mq	5	
Costo dell’intervento	77 €/mq	55	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	No		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75



<b>ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA</b>	<b>Cod. B_2_1</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (pannello in polistirene) E RIMOZIONE DELLA VECCHIA PAVIMENTAZIONE</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di efficientamento energetico del solaio di terrazza consiste nella realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio, rimuovendo la pavimentazione esistente, attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo convenzionale al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore dovuto all'insolazione attraversi il solaio penetrando negli ambienti sottostanti e soprattutto che il calore prodotto si disperda verso l'esterno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, ma si può, anche se in discreta, ridurre i consumi energetici. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Rimozione della pavimentazione esistente, se necessario e possibile, successivo accatastamento della pavimentazione rimossa; - Rimozione dello strato sottostante la pavimentazione; - Creazione di uno strato di livellamento di circa 3 cm; - Incollaggio e tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di impermeabilizzante per aumentare la traspirabilità; - Creazione di un massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione. Con questo intervento comporta l'aumento della quota di calpestio della terrazza di circa 8 cm.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 23,10 a 6,82 W/mq ovvero una riduzione pari al 70%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente sottostante il solaio in esame. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura latero-cementizia del solaio rispetto alla struttura muraria sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette al solaio di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità e non permette il miglior comfort interno. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2375 a 701 W.

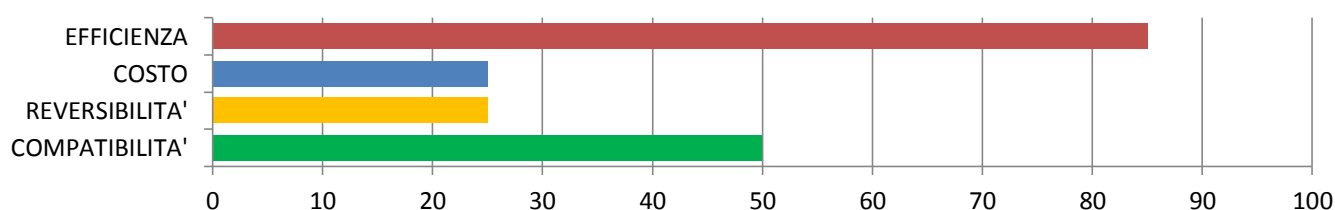
#### POTENZIALITA'

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;

#### CRITICITA'

- Viene modificata la quota di calpestio;
- Non completamente efficace;
- Non conserva i materiali originari;
- Molto costoso rispetto ai miglioramenti apportati.

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA		Cod. B_2_1	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (pannello in polistirene) E RIMOZIONE DELLA VECCHIA PAVIMENTAZIONE			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 17,6 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,46 W/mq		5
Efficienza dell’intervento	16,28 W/mq		85
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	50 €/mq		100
Intervento più costoso	107 €/mq		5
Costo dell’intervento	95 €/mq		25
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	No		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	No		
VINCOLI SODDISFATTI	1	PUNTEGGIO	25
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	No		
Mantenimento dei materiali storici	No		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50

<b>ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA</b>	<b>Cod. B_2_2</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibre di legno) E RIMOZIONE DELLA VECCHIA PAVIMENTAZIONE</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di efficientamento energetico del solaio di terrazza consiste nella realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio, rimuovendo la pavimentazione esistente, attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo ecoefficiente al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore dovuto all'insolazione attraversi il solaio penetrando negli ambienti sottostanti e soprattutto che il calore prodotto si disperda verso l'esterno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, ma si può, anche se in discreta, ridurre i consumi energetici. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Rimozione della pavimentazione esistente, se necessario e possibile, successivo accatastamento della pavimentazione rimossa; - Rimozione dello strato sottostante la pavimentazione; - Creazione di uno strato di livellamento di circa 3 cm; - Incollaggio e tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di impermeabilizzante per aumentare la traspirabilità; - Creazione di un massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione. Con questo intervento comporta l'aumento della quota di calpestio della terrazza di circa 8 cm.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 23,10 a 13,64 W/mq ovvero una riduzione pari al 41%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente sottostante il solaio in esame. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura latero-cementizia del solaio rispetto alla struttura muraria sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di legno dello spessore di 5 cm. Questo tipo di isolante è di origine completamente vegetale e ha ottime capacità termoisolanti e fonoassorbenti. Oltre a queste è molto traspirabile, è un buon regolatore di umidità, ha buona elasticità e resistenza meccanica ed è inattaccabile da insetti e roditori. Come punti di debolezza ha la sensibilità all'umidità e una bassa resistenza al fuoco, che costringono l'utilizzo di guaine protettive adatte per non peggiorare la capacità termoisolante. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2375 a 1402 W.

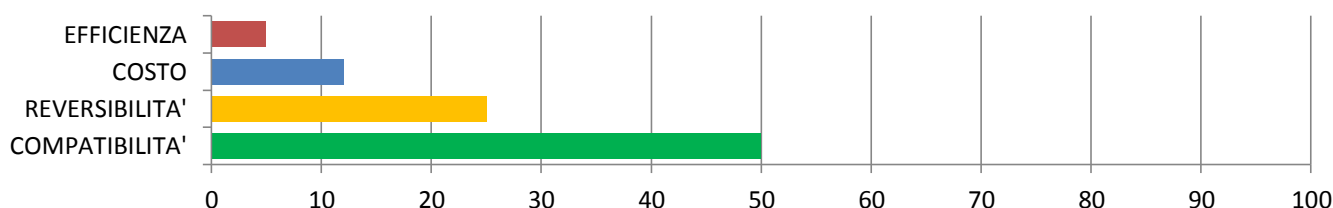
#### POTENZIALITA'

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;

#### CRITICITA'

- Viene modificata la quota di calpestio;
- Non completamente efficace;
- Non conserva i materiali originari;
- Molto costoso rispetto ai miglioramenti apportati.

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA		Cod. B_2_2	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibre di legno) E RIMOZIONE DELLA VECCHIA PAVIMENTAZIONE			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 17,6 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 9,46 W/mq	5	
Efficienza dell’intervento	9,46 W/mq	5	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	50 €/mq	100	
Intervento più costoso	107 €/mq	5	
Costo dell’intervento	103 €/mq	12	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	No		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	No		
VINCOLI SODDISFATTI	1	PUNTEGGIO	25
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	No		
Mantenimento dei materiali storici	No		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50



<b>ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA</b>	<b>Cod. B_2_3</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello in poliuretano espanso) E RIMOZIONE DELLA VECCHIA PAVIMENTAZIONE</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di efficientamento energetico del solaio di terrazza consiste nella realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio, rimuovendo la pavimentazione esistente, attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo innovativo al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore dovuto all'insolazione attraversi il solaio penetrando negli ambienti sottostanti e soprattutto che il calore prodotto si disperda verso l'esterno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, ma si può, anche se in discreta, ridurre i consumi energetici. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Rimozione della pavimentazione esistente, se necessario e possibile, successivo accatastamento della pavimentazione rimossa; - Rimozione dello strato sottostante la pavimentazione; - Creazione di uno strato di livellamento di circa 3 cm; - Incollaggio e tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di impermeabilizzante per aumentare la traspirabilità; - Creazione di un massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione. Con questo intervento comporta l'aumento della quota di calpestio della terrazza di circa 8 cm.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI

##### UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 23,10 a 5,72 W/mq ovvero una riduzione pari al 75%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente sottostante il solaio in esame. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura latero-cementizia del solaio rispetto alla struttura muraria sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito poliuretano espanso da 5 cm. Come questo tipo di isolante è possibile utilizzare anche la schiuma poliuretana che comporterebbe una difficile posa in opera e un rilevante aumento dei costi. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2375 a 588W.

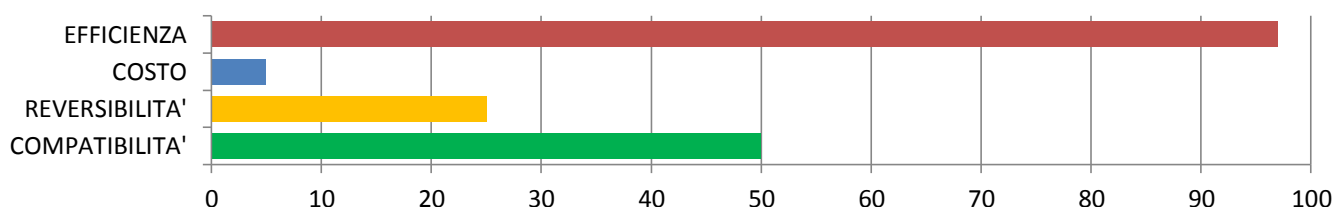
##### POTENZIALITA'

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;

##### CRITICITA'

- Viene modificata la quota di calpestio;
- Non conserva i materiali originari;

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA		Cod. B_2_3	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello in poliuretano espanso) E RIMOZIONE DELLA VECCHIA PAVIMENTAZIONE			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 17,6 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,46 W/mq		5
Efficienza dell’intervento	17,38 W/mq		97
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	50 €/mq		100
Intervento più costoso	107 €/mq		5
Costo dell’intervento	107 €/mq		5
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	No		
Mantenimento dei materiali storici	No		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50

<b>ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA</b>	<b>Cod. B_3_1</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (pannello in polistirene) E CONTROSOFFITTO</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di efficientamento energetico del solaio di terrazza consiste nella realizzazione di un isolamento all'intradosso del solaio attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo convenzionale al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore dovuto all'insolazione attraversi il solaio penetrando negli ambienti sottostanti e soprattutto che il calore prodotto si disperda verso l'esterno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, ma si può, anche se in discreta, ridurre i consumi energetici. Oltre all'isolante verrà installato un controsoffitto in cartongesso per rifinire l'ambiente. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Applicazione di uno strato di collante sull'intradosso del solaio per l'inserimento dell'isolante; - Incollaggio o tassellatura di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 1,5 cm dotate di foglio di alluminio; - Applicazione della finitura esterna. Questo intervento mantiene la quota di calpestio della terrazza.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 23,10 a 6,82 W/mq ovvero una riduzione pari al 70%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente sottostante il solaio in esame. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura latero-cementizia del solaio rispetto alla struttura muraria sottostante. Con la posa del controsoffitto verrà creata un'intercapedine che migliora le prestazioni termiche del pacchetto. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette al solaio di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità e non permette il miglior comfort interno. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2375 a 701 W.

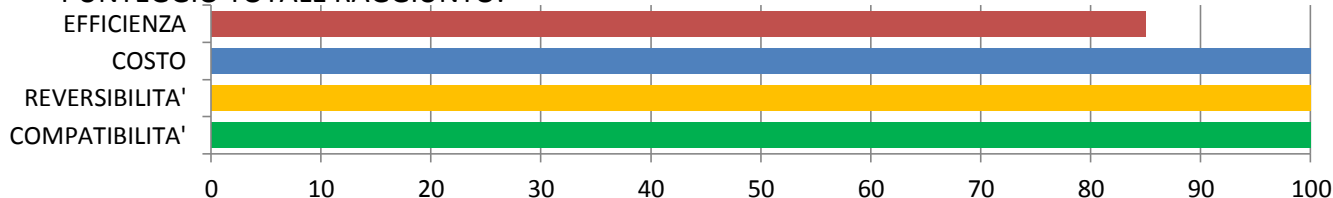
#### POTENZIALITA'

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota di calpestio della terrazza;
- Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;

#### CRITICITA'

- Modifica le altezze dell'ambiente interno;

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA		Cod. B_3_1	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’INTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (pannello in polistirene) E CONTROSOFFITTO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 17,6 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 9,46 W/mq	5	
Efficienza dell’intervento	16,28 W/mq	85	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	50 €/mq	100	
Intervento più costoso	107 €/mq	5	
Costo dell’intervento	50 €/mq	100	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	Si		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	Si		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100



<b>ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA</b>	<b>Cod. B_3_2</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibra di legno) E CONTROSOFFITTO</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di efficientamento energetico del solaio di terrazza consiste nella realizzazione di un isolamento all'intradosso del solaio attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo ecoefficiente al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore dovuto all'insolazione attraversi il solaio penetrando negli ambienti sottostanti e soprattutto che il calore prodotto si disperda verso l'esterno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, ma si può, anche se in discreta, ridurre i consumi energetici. Oltre all'isolante verrà installato un controsoffitto in cartongesso per rifinire l'ambiente. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Applicazione di uno strato di collante sull'intradosso del solaio per l'inserimento dell'isolante; - Incollaggio o tassellatura di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 1,5 cm dotate di foglio di alluminio; - Applicazione della finitura esterna. Questo intervento mantiene la quota di calpestio della terrazza.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 23,10 a 13,42 W/mq ovvero una riduzione pari al 42%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente sottostante il solaio in esame. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura latero-cementizia del solaio rispetto alla struttura muraria sottostante. Con la posa del controsoffitto verrà creata un'intercapedine che migliora le prestazioni termiche del pacchetto. Il pannello isolante utilizzato è costituito poliuretano espanso da 5 cm. Come questo tipo di isolante è possibile utilizzare anche la schiuma poliuretanic che comporterebbe una difficile posa in opera poiché si lavora all'intradosso del solaio e un rilevante aumento dei costi. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2375 a 1380 W.

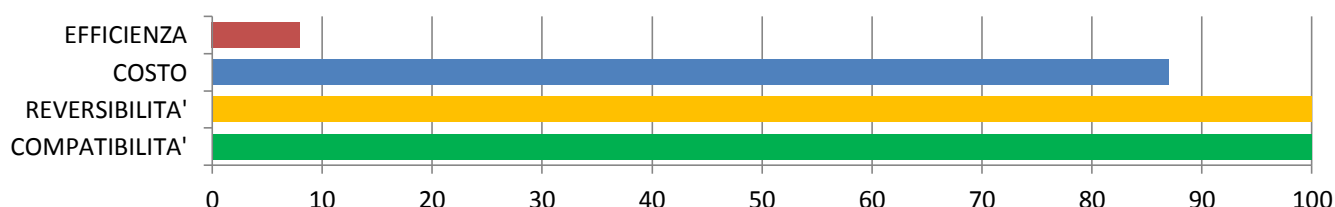
#### POTENZIALITA'

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota di calpestio della terrazza;
- Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;

#### CRITICITA'

- Modifica le altezze dell'ambiente interno;
- Costoso rispetto al miglioramento apportato;

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA		Cod. B_3_2	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’INTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibra di legno) E CONTROSOFFITTO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 17,6 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,46 W/mq		5
Efficienza dell’intervento	9,68 W/mq		8
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	50 €/mq		100
Intervento più costoso	107 €/mq		5
Costo dell’intervento	58 €/mq		87
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	Si		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	Si		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100

<b>ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA</b>	<b>Cod. B_3_3</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello in poliuretano espanso) E CONTROSOFFITTO</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di efficientamento energetico del solaio di terrazza consiste nella realizzazione di un isolamento all'intradosso del solaio attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo ecoefficiente al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore dovuto all'insolazione attraversi il solaio penetrando negli ambienti sottostanti e soprattutto che il calore prodotto si disperda verso l'esterno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, ma si può, anche se in discreta, ridurre i consumi energetici. Oltre all'isolante verrà installato un controsoffitto in cartongesso per rifinire l'ambiente. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Applicazione di uno strato di collante sull'intradosso del solaio per l'inserimento dell'isolante; - Incollaggio o tassellatura di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 1,5 cm dotate di foglio di alluminio; - Applicazione della finitura esterna. Questo intervento mantiene la quota di calpestio della terrazza.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 23,10 a 5,72 W/mq ovvero una riduzione pari al 75%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente sottostante il solaio in esame. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura latero-cementizia del solaio rispetto alla struttura muraria sottostante. Con la posa del controsoffitto verrà creata un'intercapedine che migliora le prestazioni termiche del pacchetto. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di legno dello spessore di 5 cm. Questo tipo di isolante è di origine completamente vegetale e ha ottime capacità termoisolanti e fonoassorbenti. Oltre a queste è molto traspirabile, è un buon regolatore di umidità, ha buona elasticità e resistenza meccanica ed è inattaccabile da insetti e roditori. Come punti di debolezza ha la sensibilità all'umidità e una bassa resistenza al fuoco, che costringono l'utilizzo di guaine protettive adatte per non peggiorare la capacità termoisolante. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2375 a 588 W.

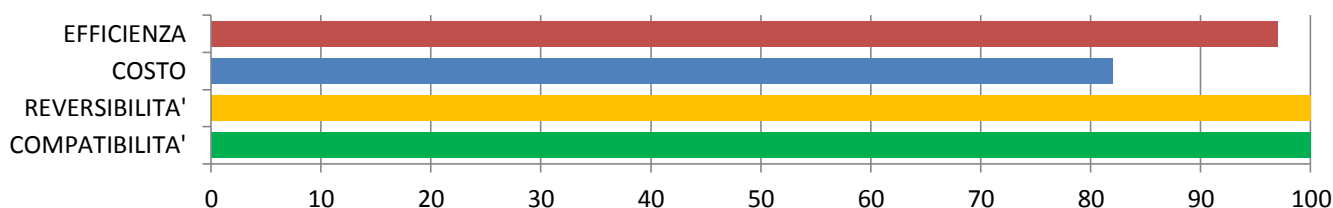
#### POTENZIALITA'

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota di calpestio della terrazza;
- Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;

#### CRITICITA'

- Modifica le altezze dell'ambiente interno;
- Costoso rispetto al miglioramento apportato;

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA		Cod. B_3_3	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’INTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello in poliuretano espanso) E CONTROSOFFITTO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 17,6 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,46 W/mq		5
Efficienza dell’intervento	17,38 W/mq		97
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	50 €/mq		100
Intervento più costoso	107 €/mq		5
Costo dell’intervento	61 €/mq		82
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	Si		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	Si		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100



**ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA**

**Cod. B\_4\_1**

**INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (pannello in polistirene) E LA CREAZIONE DI UN TETTO GIARDINO**

**DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:**

L'intervento di efficientamento energetico del solaio di terrazza consiste nella realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo convenzionale e di un tetto giardino al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore dovuto all'insolazione attraversi il solaio penetrando negli ambienti sottostanti e soprattutto che il calore prodotto si disperda verso l'esterno. Caratteristica del tetto giardino è quella di avere un effetto equilibrante termicamente, in quanto trattiene nello strato di terra parte dell'acqua piovana che, evaporando lentamente impedisce l'eccessivo riscaldamento della copertura e impedisce la fuoriuscita del calore verso l'esterno. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Creazione di un massetto di pendenza ben livellato di circa 3 cm; - Inserimento di una membrana impermeabilizzante e anti-radice anche sulla parte bassa del muretto laterale; Incollaggio e tassellatura dei pannelli isolanti da 6 cm per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di impermeabilizzante per aumentare la traspirabilità; - Posa di uno strato di argilla in granuli con funzione di strato di accumulo, drenaggio e aerazione; - inserimento di uno strato di terriccio per piante da 6 cm; - piantumazione di una vegetazione di tipo estensivo. Questo intervento comporta l'aumento della quota di calpestio della terrazza di circa 18-20 cm rendendo la terrazza nelle zone piantumate impraticabile.

**CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:**

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 23,10 a 5,94 W/mq ovvero una riduzione pari al 74%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente sottostante il solaio in esame. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura latero-cementizia del solaio rispetto alla struttura muraria sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 6 cm. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile. Il tetto giardino inserito è di tipo estensivo, ovvero con vegetazione a basso fusto a portamento tappezzante. In questo modo si ha il vantaggio di ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> riducendo i consumi complessivi del sottosistema copertura da 2375 a 611 W.

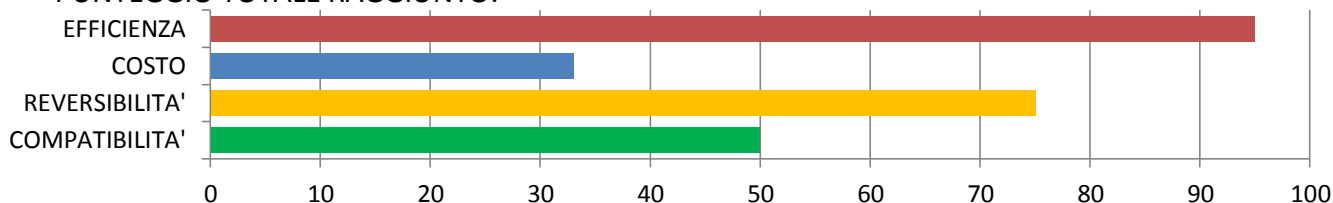
**POTENZIALITA'**

- Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Riduce le emissioni di CO<sub>2</sub>;

**CRITICITA'**

- Modifica l'architettura dell'edificio;
- Modifica la quota di calpestio della copertura;
- Rende parte della terrazza impraticabile;
- Necessita di particolare manutenzione negli anni successivi;

**PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**



ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA		Cod. B_4_1	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (pannello in polistirene)E LA CREAZIONE DI UN TETTO GIARDINO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 17,6 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,46 W/mq		5
Efficienza dell’intervento	17,16 W/mq		95
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE E PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	50 €/mq		100
Intervento più costoso	107 €/mq		5
Costo dell’intervento	90 €/mq		33
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	No		
Mantenimento delle quote di calpestio	No		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50

<b>ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA</b>	<b>Cod. B_4_2</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibra di legno) E LA CREAZIONE DI UN TETTO GIARDINO</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di efficientamento energetico del solaio di terrazza consiste nella realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo ecoefficiente e di un tetto giardino al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore dovuto all'insolazione attraversi il solaio penetrando negli ambienti sottostanti e soprattutto che il calore prodotto si disperda verso l'esterno. Caratteristica del tetto giardino è quella di avere un effetto equilibrante termicamente, in quanto trattiene nello strato di terra parte dell'acqua piovana che, evaporando lentamente impedisce l'eccessivo riscaldamento della copertura e impedisce la fuoriuscita del calore verso l'esterno. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Creazione di un massetto di pendenza ben livellato di circa 3 cm; - Inserimento di una membrana impermeabilizzante e anti-radice anche sulla parte bassa del muretto laterale; Incollaggio e tassellatura dei pannelli isolanti da 6 cm per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di impermeabilizzante per aumentare la traspirabilità; - Posa di uno strato di argilla in granuli con funzione di strato di accumulo, drenaggio e aerazione; - inserimento di uno strato di terriccio per piante da 6 cm; - piantumazione di una vegetazione di tipo estensivo. Questo intervento comporta l'aumento della quota di calpestio della terrazza di circa 18-20 cm rendendo la terrazza nelle zone piantumate impraticabile.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 23,10 a 8,14 W/mq ovvero una riduzione pari al 65%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente sottostante il solaio in esame. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura latero-cementizia del solaio rispetto alla struttura muraria sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di legno dello spessore di 6 cm. Questo tipo di isolante è di origine vegetale ed è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile. Il tetto giardino inserito è di tipo estensivo, ovvero con vegetazione a basso fusto a portamento tappezzante. In questo modo si ha il vantaggio di ridurre le emissioni di CO2 riducendo i consumi complessivi del sottosistema copertura da 2375 a 837 W.

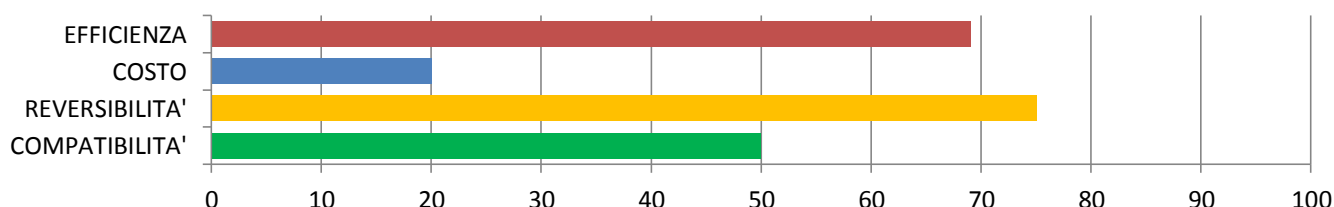
#### POTENZIALITA'

- Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Riduce le emissioni di CO2;

#### CRITICITA'

- Modifica l'architettura dell'edificio;
- Modifica la quota di calpestio della copertura;
- Rende parte della terrazza impraticabile;
- Necessita di particolare manutenzione negli anni successivi;
- Costoso rispetto ai miglioramenti apportati;

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA		Cod. B_4_2	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibra di legno) E LA CREAZIONE DI UN TETTO GIARDINO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 17,6 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,46 W/mq		5
Efficienza dell’intervento	14,96 W/mq		69
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	50 €/mq		100
Intervento più costoso	107 €/mq		5
Costo dell’intervento	98 €/mq		20
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	No		
Mantenimento dei materiali storici	No		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50



<b>ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA</b>	<b>Cod. B_4_3</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello in poliuretano espanso) E LA CREAZIONE DI UN TETTO GIARDINO</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di efficientamento energetico del solaio di terrazza consiste nella realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo innovativo e di un tetto giardino al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore dovuto all'insolazione attraversi il solaio penetrando negli ambienti sottostanti e soprattutto che il calore prodotto si disperda verso l'esterno. Caratteristica del tetto giardino è quella di avere un effetto equilibrante termicamente, in quanto trattiene nello strato di terra parte dell'acqua piovana che, evaporando lentamente impedisce l'eccessivo riscaldamento della copertura e impedisce la fuoriuscita del calore verso l'esterno. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Creazione di un massetto di pendenza ben livellato di circa 3 cm; - Inserimento di una membrana impermeabilizzante e anti-radice anche sulla parte bassa del muretto laterale; Incollaggio e tassellatura dei pannelli isolanti da 6 cm per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di impermeabilizzante per aumentare la traspirabilità; - Posa di uno strato di argilla in granuli con funzione di strato di accumulo, drenaggio e aerazione; - inserimento di uno strato di terriccio per piante da 6 cm; - piantumazione di una vegetazione di tipo estensivo. Questo intervento comporta l'aumento della quota di calpestio della terrazza di circa 18-20 cm rendendo la terrazza nelle zone piantumate impraticabile.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 23,10 a 5,50 W/mq ovvero una riduzione pari al 76%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente sottostante il solaio in esame. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura latero-cementizia del solaio rispetto alla struttura muraria sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito poliuretano espanso da 6 cm. Come questo tipo di isolante è possibile utilizzare anche la schiuma poliuretaniche che comporterebbe una difficile posa in opera e un rilevante aumento dei costi. Il tetto giardino inserito è di tipo estensivo, ovvero con vegetazione a basso fusto a portamento tappezzante. In questo modo si ha il vantaggio di ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> riducendo i consumi complessivi del sottosistema copertura da 2375 a 565 W.

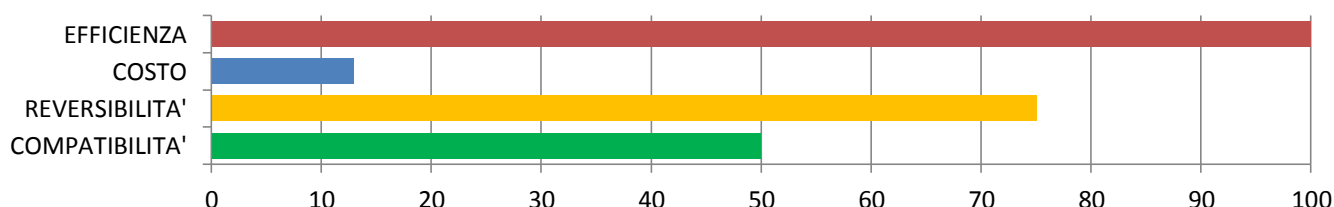
#### POTENZIALITA'

- Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Riduce le emissioni di CO<sub>2</sub>;

#### CRITICITA'

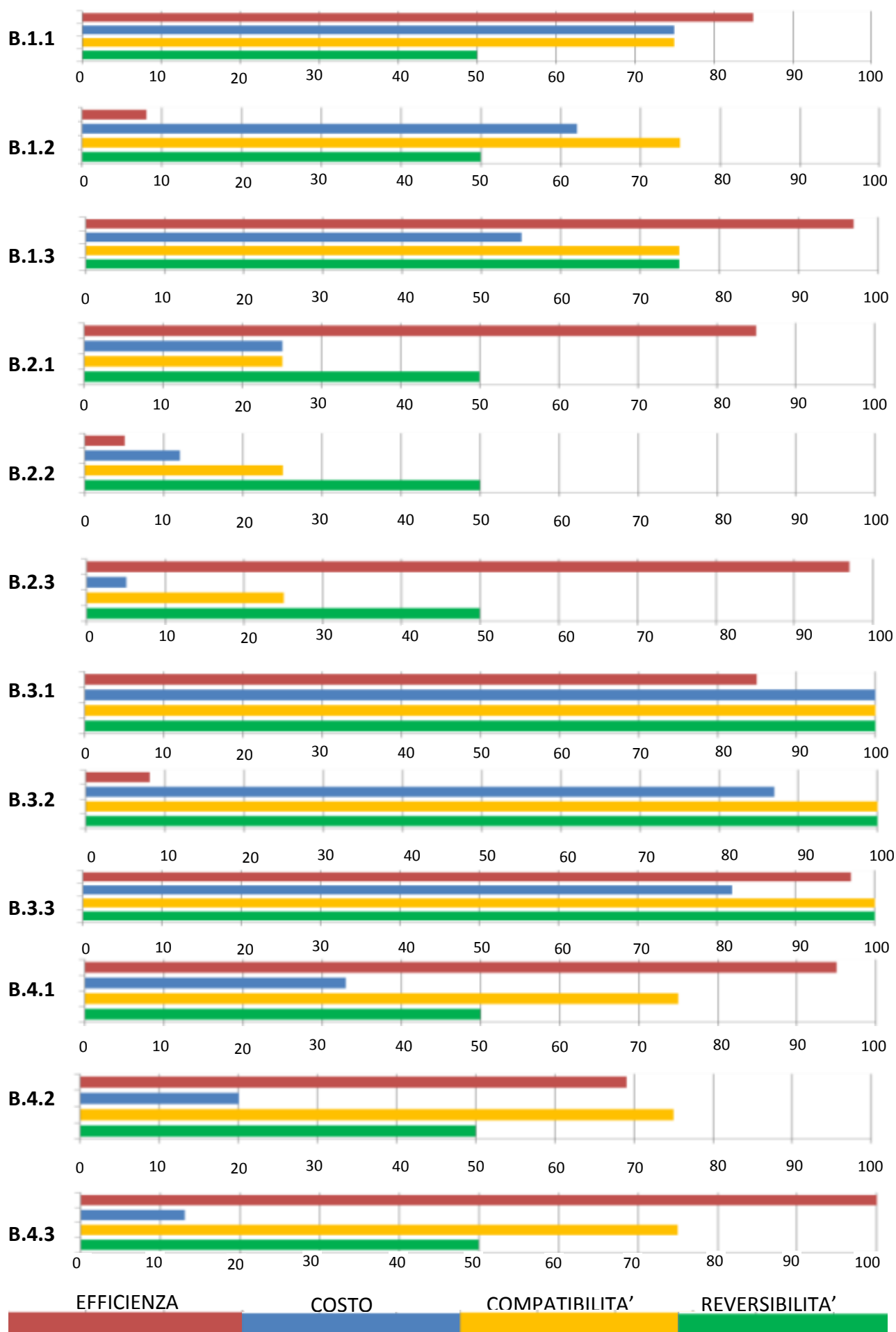
- Modifica l'architettura dell'edificio;
- Modifica la quota di calpestio della copertura;
- Rende parte della terrazza impraticabile;
- Necessita di particolare manutenzione negli anni successivi;
- Costoso rispetto ai miglioramenti apportati;

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: COPERTURA A TERRAZZA		Cod. B_4_3	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DELLA COPERTURA A TERRAZZA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello in poliuretano espanso) E LA CREAZIONE DI UN TETTO GIARDINO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 17,6 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,46 W/mq		5
Efficienza dell’intervento	17,6 W/mq		100
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	50 €/mq		100
Intervento più costoso	107 €/mq		5
Costo dell’intervento	102 €/mq		13
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	No		
Mantenimento dei materiali storici	No		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50

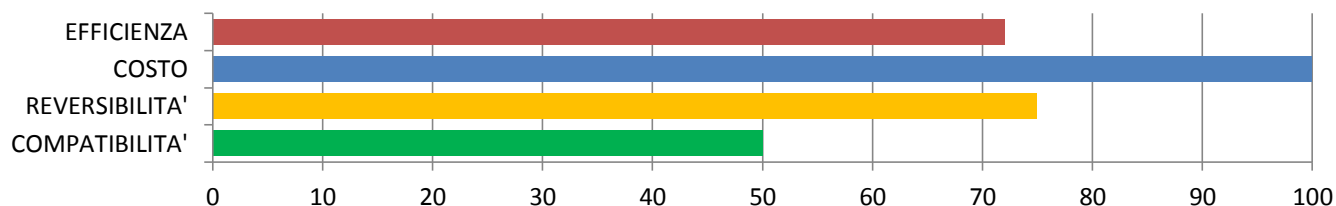
## SINTESI DEI GRAFICI DI VALUTAZIONE PER L'ELEMENTO COPERTURA A TERRAZZA\_COD. B\_



ELEMENTO: MURATURA ESTERNA	Cod. C
Dispersioni della muratura allo stato di fatto:	39,6 W/mq
<p><b>DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO:</b></p> <p>La muratura perimetrale esterna è costituita da blocchi di pietra mista a frammenti in laterizio dello spessore complessivo di circa 60 cm con assise di ripianamento a distanze variabili tra i 40 e i 60 cm. Su alcuni ambienti del piano terra è presente uno strato di finitura (nella maggior parte dei casi in cattivo stato di conservazione) sia all'interno che all'esterno, come ad esempio sulle strutture murarie che delimitano la corte. Il prospetto principale invece presenta, per tutta la sua altezza di tre livelli, uno strato di intonaco dal colore giallo ocre con cornici marcapiano dal colore grigiastro. Da uno spessore di 60 cm circa al piano terra si passa allo spessore di circa 40-45 cm al primo piano e 30-40 al secondo. Il valore di trasmittanza assegnato alla muratura è di circa 1,8 W/mqK, valore che però non tiene conto della presenza di frammenti di laterizio che comporterebbe senz'altro una riduzione di tale valore. Per molte parti la muratura si presenta in buono stato mentre gli strati di intonaco della corte interna necessitano di interventi di tipo conservativo. Nella simulazione del comportamento energetico dell'edificio e nella scelta degli interventi si è preferito non prendere in considerazione le operazioni di coibentazione esterna delle murature o l'utilizzo di un intonaco termoisolante poiché tali scelte comporterebbero la perdita della muratura a vista nelle zone del piano terra e la rimozione dell'intonaco storico sul prospetto che si presenta in buono stato di conservazione. Si sono dunque messe al vaglio solo le ipotesi di intervento che prevedono l'inserimento di uno strato isolante all'interno della muratura. Dal calcolo si evince come il sotto-sistema muratura esterna comporti dei consumi pari a circa 40 W/mq che per tutto l'edificio equivalgono a 22.216 W.</p>	<p><b>IMMAGINI DELL'ELEMENTO MURATURA ESTERNA</b></p>   

<b>ELEMENTO: MURATURA ESTERNA</b>	<b>Cod. C_1_1</b>
<b>INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN CAPPOTTO INTERNO CLASSICO CON INSERIMENTO DI UNO STRATO DI ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (pannello in lana di roccia)</b>	
<p><b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:</b></p> <p>L' intervento di miglioramento energetico della muratura esterna prevede la realizzazione di un cappotto posto sul lato interno attraverso l'installazione di un pannello isolante di tipo convenzionale ( ad esempio un pannello in lana di roccia), al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non è possibile risolvere le problematiche dovute ai ponti termici, ma questa è stata valutata come l'unica scelta compatibile con le ragioni della conservazione. Tale operazione prevede quattro fasi: - Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; - Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; - Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; - Applicazione della finitura esterna.</p>	
<p><b>CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:</b></p> <p>L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 39,6 a 7,17 W/mq ovvero una riduzione pari al 82%. Questo intervento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda annullando però la capacità di accumulo termico della massa delle pareti che in questo caso risulta abbastanza elevata a causa dei grossi spessori murari soprattutto al piano terra. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di lana di roccia dello spessore di 8 cm. Questo tipo di isolante si origina dalla fusione della roccia vulcanica ed è di origine minerale. Tale materiale ha un buon comportamento termico-acustico, è incombustibile, altamente drenante, inalterabile e inattaccabile da insetti. Il pannello deve essere abbinato a una barriera al vapore per evitare che la condensa ne limiti le caratteristiche termoisolanti. Con questo intervento quindi il sottosistema muratura esterna riduce nel suo complesso le dispersioni da 22.216 a 4022 W.</p>	
<p><b>POTENZIALITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;</li> <li>• Miglioramento del comfort interno;</li> <li>• Riduzione delle dispersioni.</li> </ul>	<p><b>CRITICITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibile formazione di condensa interna;</li> <li>• Annulla la capacità di accumulo delle murature;</li> <li>• Modifica la geometria interna dell'edificio;</li> <li>• Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.</li> </ul>

**PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**





ELEMENTO: MURATURA ESTERNA		Cod. C_1_1	
INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN CAPPOTTO INTERNO CLASSICO CON INSERIMENTO DI UNO STRATO DI ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (Pannello in lana di roccia)			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 33,88 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 29,04 W/mq	5	
Efficienza dell'intervento	32,43 W/mq	72	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	71 €/mq	100	
Intervento più costoso	110 €/mq	5	
Costo dell'intervento	71 €/mq	100	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	No		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	No		
Mantenimento delle geometrie delle aperture	No		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50

<b>ELEMENTO: MURATURA ESTERNA</b>	<b>Cod. C_1_2</b>
<b>INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN CAPPOTTO INTERNO CLASSICO CON INSERIMENTO DI UNO STRATO DI ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (Pannello in sughero espanso)</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L' intervento di miglioramento energetico della muratura esterna prevede la realizzazione di un cappotto posto sul lato interno attraverso l'installazione di un pannello isolante di tipo ecoefficiente (ad esempio un pannello in sughero espanso), al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non è possibile risolvere le problematiche dovute ai ponti termici, ma questa è stata valutata come l'unica scelta compatibile con le ragioni della conservazione. Tale operazione prevede quattro fasi: - Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; - Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; - Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; - Applicazione della finitura esterna.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 39,6 a 10,56 W/mq ovvero una riduzione pari al 73%. Questo intervento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda annullando però la capacità di accumulo termico della massa delle pareti che in questo caso risulta abbastanza elevata a causa dei grossi spessori murari soprattutto al piano terra. Il pannello isolante utilizzato è costituito da sughero espanso dello spessore di 8 cm. Questo tipo di isolante è di origine naturale, che proviene dalla polpa di corteccia di sughero, è un ottimo isolante termico-acustico, impermeabile ai liquidi e ai gas, traspirante, elastico, leggero. resistente all'usura, al fuoco e all'attacco di roditori e insetti. L'unico punto debole è presente in caso di umidità permanente in quanto può essere attaccato da muffe; comunque, in generale, è un ottimo materiale termoisolante e permette alla muratura grande traspirabilità e conseguente ottimo comfort interno. Con questo intervento quindi il sottosistema muratura esterna riduce nel suo complesso le dispersioni da 22.216 a 5924 W.

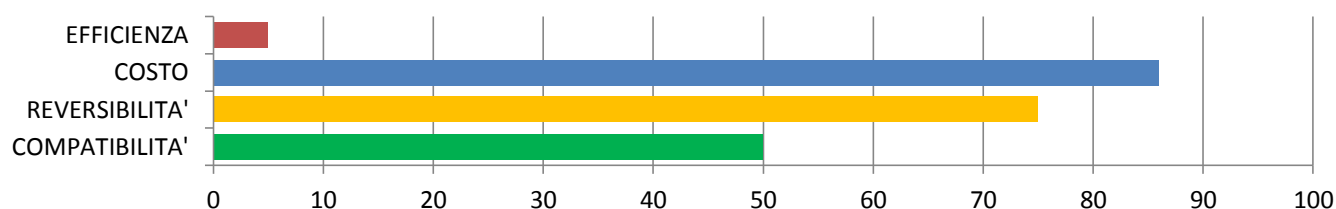
#### POTENZIALITA'

- Miglioramento dell'inertia termica dell'edificio;
- Buona traspirabilità delle murature;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni.

#### CRITICITA'

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: MURATURA ESTERNA		Cod. C_1_2	
INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN CAPPOTTO INTERNO CLASSICO CON INSERIMENTO DI UNO STRATO DI ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (Pannello in sughero espanso)			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 33,88 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 29,04 W/mq		5
Efficienza dell'intervento	29,04 W/mq		5
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	71 €/mq		100
Intervento più costoso	110 €/mq		5
Costo dell'intervento	79 €/mq		86
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	No		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	No		
Mantenimento delle geometrie delle aperture	No		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50

<b>ELEMENTO: MURATURA ESTERNA</b>	<b>Cod. C_1_3</b>
<b>INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN CAPPOTTO INTERNO CLASSICO CON INSERIMENTO DI UNO STRATO DI ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (Pannello in aerogel)</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L' intervento di miglioramento energetico della muratura esterna prevede la realizzazione di un cappotto posto sul lato interno attraverso l'installazione di un pannello isolante di tipo innovativo (ad esempio un pannello in aerogel), al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non è possibile risolvere le problematiche dovute ai ponti termici, ma questa è stata valutata come l'unica scelta compatibile con le ragioni della conservazione. Tale operazione prevede quattro fasi: - Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; - Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; - Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; - Applicazione della finitura esterna.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 39,6 a 5,94 W/mq ovvero una riduzione pari al 85%. Questo intervento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda annullando però la capacità di accumulo termico della massa delle pareti che in questo caso risulta abbastanza elevata a causa dei grossi spessori murari soprattutto al piano terra. Il pannello isolante utilizzato è costituito da un feltro isolante che ha subito un trattamento all'aerogel dello spessore di 1 cm. Questo tipo di isolante è formato da una sostanza allo stato solido simile al gel composto per il 99,8% da aria (che ne determina la semitrasparenza) e per il restante 0,2% da silice, alluminio, cromo, stagno o carbonio. È la sostanza meno densa tra quelle conosciute (1.000 volte inferiore al vetro), ha un bassissimo valore di conduttività termica, che conferisce al materiale stesso un alto potere di isolamento termico e acustico. Viene rinforzato con fibre feltrate in PET in modo da renderlo resistente, flessibile, idrofobo e allo stesso tempo traspirante. Grazie al suo ridottissimo spessore è possibile effettuare dei rivestimenti quasi invisibili non modificando le geometrie originarie del manufatto se non di 1 cm. Con questo intervento quindi il sottosistema muratura esterna riduce nel suo complesso le dispersioni da 22.216 a 3332 W.

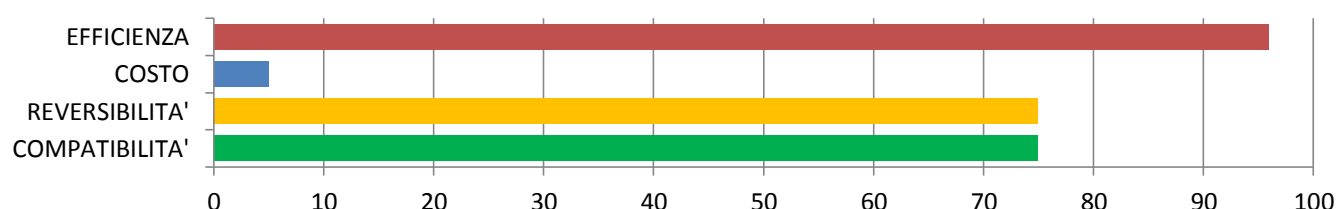
#### POTENZIALITA'

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Non modifica la geometria originaria;
- Buona traspirabilità delle murature;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni.

#### CRITICITA'

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Molto costoso;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



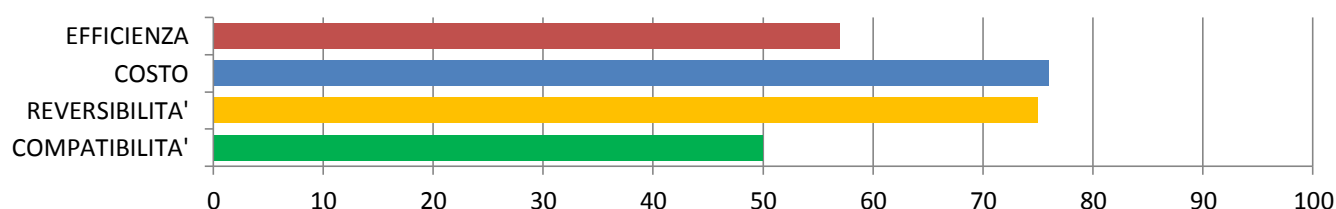
ELEMENTO: MURATURA ESTERNA		Cod. C_1_3	
INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN CAPPOTTO INTERNO CLASSICO CON INSERIMENTO DI UNO STRATO DI ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (Pannello in aerogel)			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 33,88 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 29,04 W/mq		5
Efficienza dell'intervento	33,66 W/mq		96
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	71 €/mq		100
Intervento più costoso	110 €/mq		5
Costo dell'intervento	110 €/mq		5
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	No		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle geometrie delle aperture	Si		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	No		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75



<b>ELEMENTO: MURATURA ESTERNA</b>	<b>Cod. C_2_1</b>
<b>INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN CAPPOTTO INTERNO CLASSICO CON INSERIMENTO DI UNO STRATO DI ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (pannello in lana di roccia) CON INTERCAPEDINE AREATA</b>	

<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:</b> L' intervento di miglioramento energetico della muratura esterna prevede la realizzazione di un cappotto posto sul lato interno con la realizzazione di un'intercapedine areata attraverso l'installazione di un pannello isolante di tipo convenzionale ( ad esempio un pannello in lana di roccia), al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non è possibile risolvere le problematiche dovute ai ponti termici, ma questa è stata valutata come l'unica scelta compatibile con le ragioni della conservazione. Tale operazione prevede quattro fasi: - Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; -Posa del materiale isolante su correntini verticali installati sulla muratura portante; - Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; - Applicazione della finitura esterna.	
<b>CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:</b> L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 39,6 a 7,92 W/mq ovvero una riduzione pari al 80%. Questo intervento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda annullando però la capacità di accumulo termico della massa delle pareti che in questo caso risulta abbastanza elevata a causa dei grossi spessori murari soprattutto al piano terra. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di lana di roccia dello spessore di 8 cm. Questo tipo di isolante si origina dalla fusione della roccia vulcanica ed è di origine minerale. Tale materiale ha un buon comportamento termico-acustico, è incombustibile, altamente drenante, inalterabile e inattaccabile da insetti. Il pannello deve essere abbinato a una barriera al vapore per evitare che la condensa ne limiti le caratteristiche termoisolanti. Con questo intervento quindi il sottosistema muratura esterna riduce nel suo complesso le dispersioni da 22.216 a 4443 W.	
<b>POTENZIALITA'</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Miglioramento dell'inertia termica dell'edificio;</li> <li>• Miglioramento del comfort interno;</li> <li>• Riduzione delle dispersioni.</li> </ul>	<b>CRITICITA'</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibile formazione di condensa interna;</li> <li>• Annulla la capacità di accumulo delle murature;</li> <li>• Modifica la geometria interna dell'edificio;</li> <li>• Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.</li> </ul>

**PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**



ELEMENTO: MURATURA ESTERNA		Cod. C_2_1	
INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN CAPPOTTO INTERNO CLASSICO CON INSERIMENTO DI UNO STRATO DI ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (pannello in lana di roccia) CON INTERCAPEDINE AREATA			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 33,88 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 29,04 W/mq	5	
Efficienza dell'intervento	31,68 W/mq	57	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	71 €/mq	100	
Intervento più costoso	110 €/mq	5	
Costo dell'intervento	81 €/mq	76	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	No		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	No		
Mantenimento delle geometrie delle aperture	No		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50

<b>ELEMENTO: MURATURA ESTERNA</b>	<b>Cod. C_2_2</b>
<b>INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN CAPPOTTO INTERNO CLASSICO CON INSERIMENTO DI UNO STRATO DI ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (Pannello in sughero espanso) CON INTERCAPEDINE AREATA</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L' intervento di miglioramento energetico della muratura esterna prevede la realizzazione di un cappotto posto sul lato interno con la realizzazione di un'intercapedine areata attraverso l'installazione di un pannello isolante di tipo ecoefficiente (ad esempio un pannello in sughero espanso), al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non è possibile risolvere le problematiche dovute ai ponti termici, ma questa è stata valutata come l'unica scelta compatibile con le ragioni della conservazione. Tale operazione prevede quattro fasi: - Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; - Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; - Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; - Applicazione della finitura esterna.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 39,6 a 9,9 W/mq ovvero una riduzione pari al 75%. Questo intervento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda annullando però la capacità di accumulo termico della massa delle pareti che in questo caso risulta abbastanza elevata a causa dei grossi spessori murari soprattutto al piano terra. Il pannello isolante utilizzato è costituito da sughero espanso dello spessore di 8 cm. Questo tipo di isolante è di origine naturale, che proviene dalla polpa di corteccia di sughero, è un ottimo isolante termico-acustico, impermeabile ai liquidi e ai gas, traspirante, elastico, leggero. resistente all'usura, al fuoco e all'attacco di roditori e insetti. L'unico punto debole è presente in caso di umidità permanente in quanto può essere attaccato da muffe; comunque, in generale, è un ottimo materiale termoisolante e permette alla muratura grande traspirabilità e conseguente ottimo comfort interno. Con questo intervento quindi il sottosistema muratura esterna riduce nel suo complesso le dispersioni da 22.216 a 5553 W.

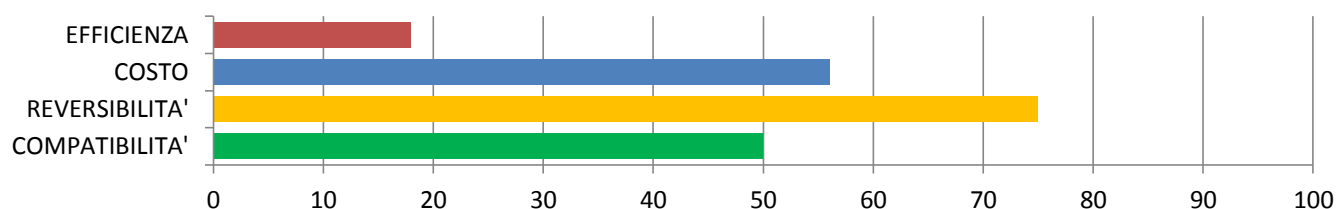
#### POTENZIALITA'

- Miglioramento dell'inertia termica dell'edificio;
- Buona traspirabilità delle murature;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni.

#### CRITICITA'

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: MURATURA ESTERNA		Cod. C_2_2	
INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN CAPPOTTO INTERNO CLASSICO CON INSERIMENTO DI UNO STRATO DI ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (Pannello in sughero espanso) CON INTERCAPEDINE AREATA			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 33,88 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 29,04 W/mq		5
Efficienza dell'intervento	29,7 W/mq		18
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	71 €/mq		100
Intervento più costoso	110 €/mq		5
Costo dell'intervento	89 €/mq		56
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	No		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	No		
Mantenimento delle geometrie delle aperture	No		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50

<b>ELEMENTO: MURATURA ESTERNA</b>	<b>Cod. C_2_3</b>
<b>INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN CAPPOTTO INTERNO CLASSICO CON INSERIMENTO DI UNO STRATO DI ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (Multistrato termoriflettente) CON INTERCAPEDINE AREATA</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L' intervento di miglioramento energetico della muratura esterna prevede la realizzazione di un cappotto posto sul lato interno attraverso l'installazione di un pannello isolante di tipo innovativo (ad esempio un pannello multistrato termoriflettente), al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non è possibile risolvere le problematiche dovute ai ponti termici, ma questa è stata valutata come l'unica scelta compatibile con le ragioni della conservazione. Tale operazione prevede quattro fasi: - Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; - Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; - Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; - Applicazione della finitura esterna.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 39,6 a 5,72 W/mq ovvero una riduzione pari al 86%. Questo intervento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda annullando però la capacità di accumulo termico della massa delle pareti che in questo caso risulta abbastanza elevata a causa dei grossi spessori murari soprattutto al piano terra. Viene inserito un pannello multistrato termoriflettente dello spessore di 3 cm. Questo tipo di isolante è formato da 19 componenti a ridotto spessore che permettono un ottimo comfort termico invernale, creando una barriera al freddo con la restituzione del calore emesso all'interno delle stanze. L'unica accortezza da rispettare è la posa di questa tipologia di pannello, infatti è necessario creare un'intercapedine su entrambi i lati dell'isolante per permettere il corretto funzionamento e infine deve essere fissato e sormontato attraverso apposite graffe. Con questo intervento quindi il sottosistema muratura esterna riduce nel suo complesso le dispersioni da 22.216 a 3200 W.

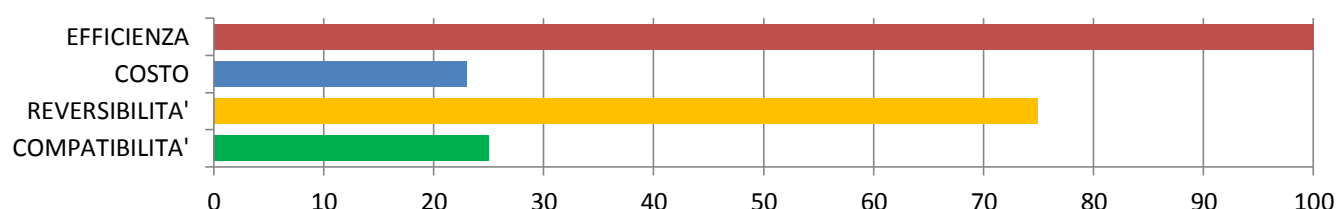
#### POTENZIALITA'

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Non modifica la geometria originaria;
- Buona traspirabilità delle murature;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni.

#### CRITICITA'

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Molto costoso;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.

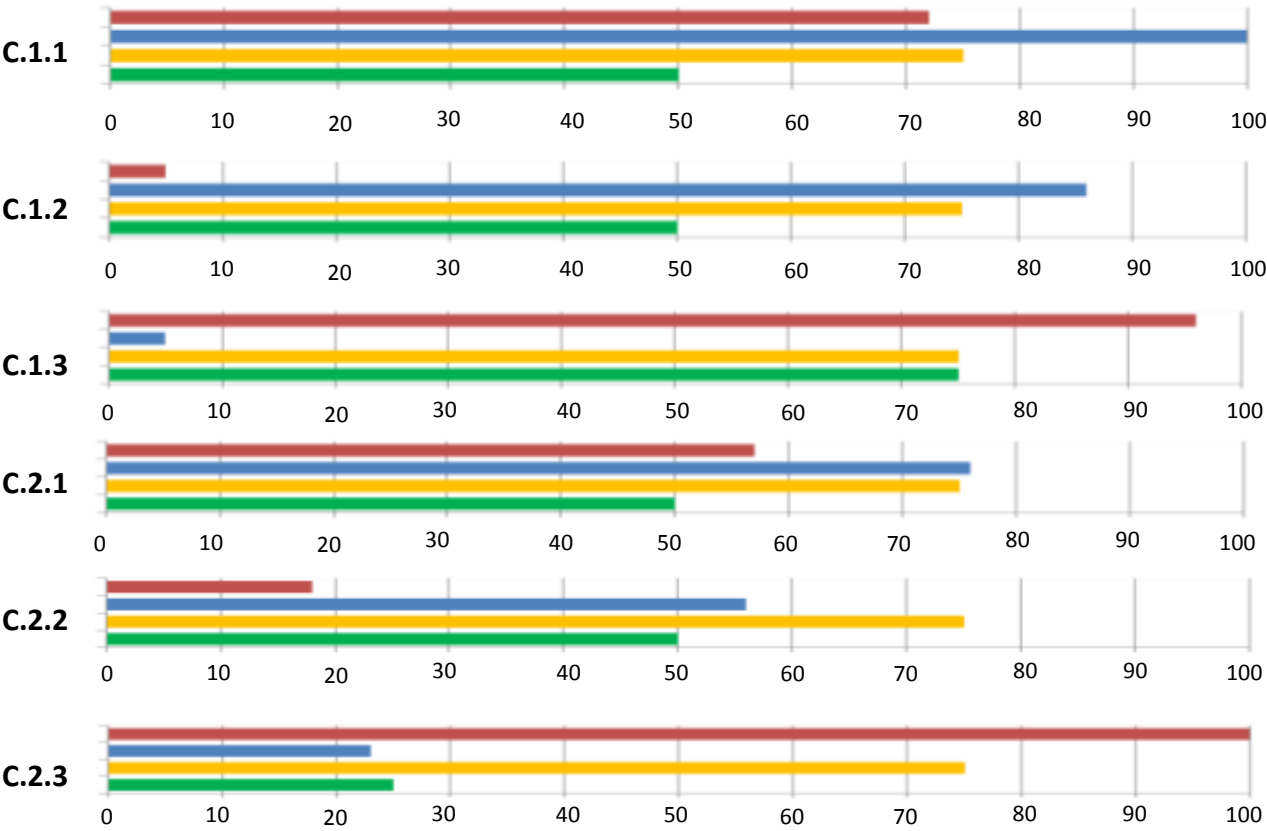
#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:





ELEMENTO: MURATURA ESTERNA		Cod. C_2_3	
INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN CAPPOTTO INTERNO CLASSICO CON INSERIMENTO DI UNO STRATO DI ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (Multistrato termoriflettente) CON INTERCAPEDINE AREATA			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 33,88 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 29,04 W/mq	5	
Efficienza dell'intervento	33,88 W/mq	100	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	71 €/mq	100	
Intervento più costoso	110 €/mq	5	
Costo dell'intervento	100 €/mq	23	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	No		
Facilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	No		
Mantenimento delle geometrie delle aperture	No		
Mantenimento dei materiali storici	Si		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	No		
VINCOLI SODDISFATTI	1	PUNTEGGIO	25

SINTESI DEI GRAFICI DI VALUTAZIONE PER L'ELEMENTO MURATURA ESTERNA \_COD. C\_



<b>ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA</b>	<b>Cod. D</b>
<b>Dispersioni del solaio contro-terra allo stato di fatto:</b>	<b>54,56 W/mq</b>

DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO:	IMMAGINI DELL'ELEMENTO SOLAIO CONTRO-TERRA
<p>Il solaio contro-terra è costituito da uno strato di terreno battuto su un massetto cementizio dallo spessore ignoto. Tale condizione priva di pavimentazione è dovuta all'uso dei piani terra come depositi di materiale e al forte degrado presente a causa del crollo di alcune strutture. Uno degli ambienti al piano terra (quello adibito a garage) presenta un livellamento cementizio che ha reso più uniforme la superficie d'estradosso ai fini di agevolare l'accesso delle auto. Le condizioni di abbandono e incuria degli ambienti del piano terra se da una parte comportano maggiori difficoltà nelle operazioni di recupero, dall'altra consentono altrettanto maggiori gradi di libertà nelle operazioni di miglioramento energetico per via della mancanza di vincoli di conservazione materica.</p> <p>Dai calcoli di simulazione del comportamento energetico dell'edificio si evince come il sottosistema solaio contro-terra comporti dispersioni termiche pari a 54,56 W/mq che complessivamente raggiungono il valore di 8820W in tutto l'edificio. La mancanza dello strato di pavimentazione ha permesso la valutazione di diversi scenari di intervento che non prevedono alcuna demolizione ma risultano essere in aggiunta agli strati esistenti. In questo modo si possono valutare soluzioni che diano un ampio contributo alle riduzioni dei consumi energetici complessivi dell'edificio.</p>	

<b>ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA</b>	<b>Cod. D_1_1</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (polistirene espanso)</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di efficientamento energetico del solaio contro-terra consta della realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio contro-terra attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo convenzionale al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici anche se nel caso in questione si può agire con discreta libertà. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Rimozione dello strato di livellamento cementizio per circa 18 cm; - Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Creazione di una platea di fondazione armata di circa 5 cm; - Creazione di un massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 54,56 a 7,7 W/mq ovvero una riduzione pari al 86%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire una barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette al solaio di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità e non permette il miglior comfort interno. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 8820 a 1244 W.

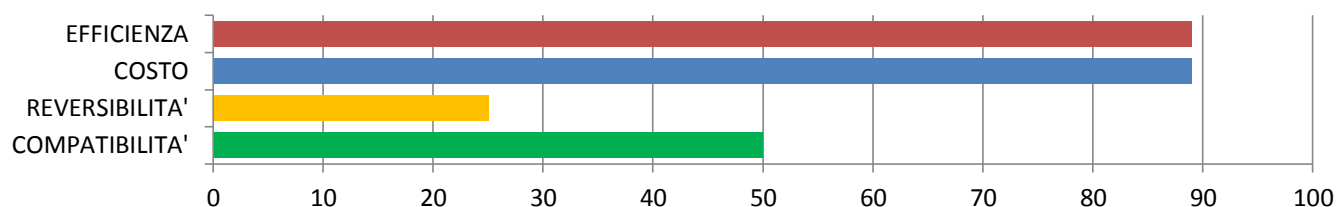
#### POTENZIALITA'

- Non viene modificata la quota di calpestio;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche.
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;

#### CRITICITA'

- Non completamente efficace;
- Esecuzione lunga e laboriosa.

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



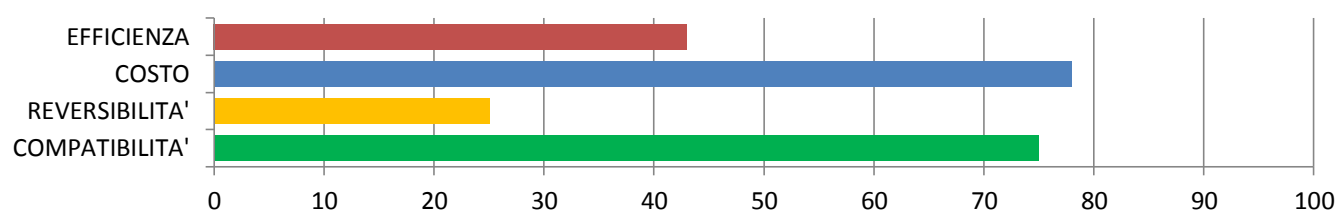
ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA		Cod. D_1_1	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (polistirene espanso)			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 49,28 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 27,94 W/mq	5	
Efficienza dell’intervento	46,86 W/mq	89	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	115 €/mq	100	
Intervento più costoso	245 €/mq	5	
Costo dell’intervento	130 €/mq	89	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	No		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	No		
VINCOLI SODDISFATTI	1	PUNTEGGIO	25
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	Si		
Mantenimento dei materiali storici	No		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	No		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50



<b>ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA</b>	<b>Cod. D_1_2</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibra di legno)</b>	

<p><b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:</b></p> <p>L'intervento di efficientamento energetico del solaio contro-terra consta della realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio contro-terra attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo ecoefficiente al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici anche se nel caso in questione si può agire con discreta libertà. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Rimozione dello strato di livellamento cementizio per circa 18 cm; - Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Creazione di una platea di fondazione armata di circa 5 cm; - Creazione di un massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione.</p>	
<p><b>CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:</b></p> <p>L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 54,56 a 18,04 W/mq ovvero una riduzione pari al 67%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire un barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di legno dello spessore di 5 cm. Questo tipo di isolante è di origine naturale così come la fibra di lino o di canapa, la fibra di mais o i pannelli di sughero che hanno un potere termoisolante simile, ma non propriamente indicati per interventi su solai. Con questo intervento quindi il sottosistema solaio contro-terra riduce nel suo complesso le dispersioni da 8820 a 2974W.</p>	
<p><b>POTENZIALITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non viene modificata la quota di calpestio;</li> <li>• Non viene modificata l'architettura dell'edificio;</li> <li>• Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche.</li> <li>• Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;</li> </ul>	<p><b>CRITICITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non completamente efficace;</li> <li>• Esecuzione lunga e laboriosa.</li> </ul>

**PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**

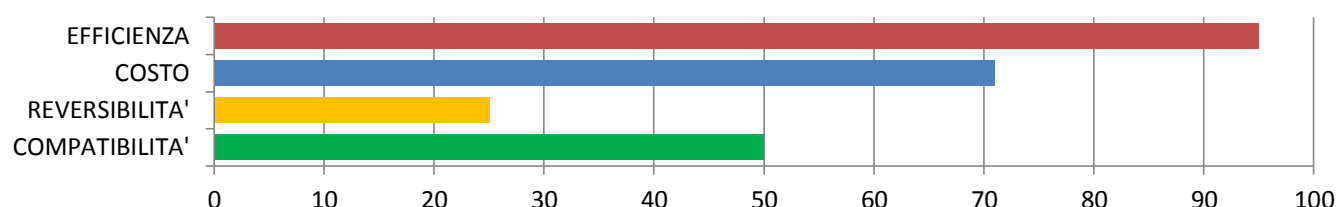


ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA		Cod. D_1_2	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (polistirene espanso)			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 49,28 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 27,94 W/mq	5	
Efficienza dell’intervento	36,52 W/mq	43	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	115 €/mq	100	
Intervento più costoso	245 €/mq	5	
Costo dell’intervento	145 €/mq	78	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	No		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	No		
VINCOLI SODDISFATTI	1	PUNTEGGIO	25
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	Si		
Mantenimento dei materiali storici	No		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75

<b>ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA</b>	<b>Cod. D_1_3</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello di poliuretano espanso)</b>	

<p><b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:</b></p> <p>L'intervento di efficientamento energetico del solaio contro-terra consta della realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio contro-terra attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo innovativo al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici anche se nel caso in questione si può agire con discreta libertà. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Rimozione dello strato di livellamento cementizio per circa 18 cm; - Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Creazione di una platea di fondazione armata di circa 5 cm; - Creazione di un massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione.</p>	
<p><b>CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:</b></p> <p>L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 54,56 a 6,38 W/mq ovvero una riduzione pari al 88%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire una barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante. È stato inserito infatti un isolante di tipo innovativo, per esempio un pannello in poliuretano espanso da 5 cm. Come il pannello in poliuretano è possibile utilizzare anche la schiuma poliuretanic che comporterebbe un rilevante aumento dei costi e maggiori difficoltà nel caso una eventuale rimozione. Con questo intervento quindi il sottosistema solaio contro-terra riduce nel suo complesso le dispersioni da 8820 a 1031W.</p>	
<p><b>POTENZIALITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non viene modificata la quota di calpestio;</li> <li>• Non viene modificata l'architettura dell'edificio;</li> <li>• Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche.</li> <li>• Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;</li> </ul>	<p><b>CRITICITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molto costoso;</li> <li>• Esecuzione lunga e laboriosa.</li> </ul>

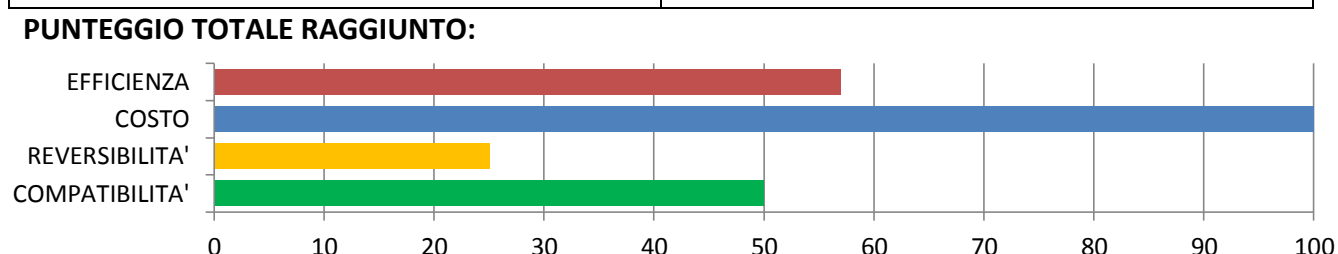
**PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**



ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA		Cod. D_1_3	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello di poliuretano espanso)			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 49,28 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 27,94 W/mq	5	
Efficienza dell’intervento	48,18 W/mq	95	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	115 €/mq	100	
Intervento più costoso	245 €/mq	5	
Costo dell’intervento	155 €/mq	71	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	No		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	No		
VINCOLI SODDISFATTI	1	PUNTEGGIO	25
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	Si		
Mantenimento dei materiali storici	No		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	No		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50

<b>ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA</b>	<b>Cod. D_2_1</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (polistirene espanso) A RIDOTTO SPESSORE</b>	

<p><b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:</b></p> <p>L'intervento di efficientamento energetico del solaio contro-terra consta della realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio contro-terra attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo convenzionale al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici anche se nel caso in questione si può agire con discreta libertà. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Rimozione dello strato di livellamento cementizio per circa 15 cm; - Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Creazione di una platea di fondazione armata di circa 5 cm; - Creazione di un massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione.</p>	
<p><b>CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:</b></p> <p>L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 54,56 a 14,96 W/mq ovvero una riduzione pari al 73%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire una barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 2 cm. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette al solaio di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità e non permette il miglior comfort interno. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 8820 a 2418 W.</p>	
<p><b>POTENZIALITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non viene modificata la quota di calpestio;</li> <li>• Non viene modificata l'architettura dell'edificio;</li> <li>• Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche.</li> <li>• Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;</li> </ul>	<p><b>CRITICITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non completamente efficace;</li> <li>• Costoso in rapporto all'efficienza;</li> <li>• Esecuzione lunga e laboriosa.</li> </ul>



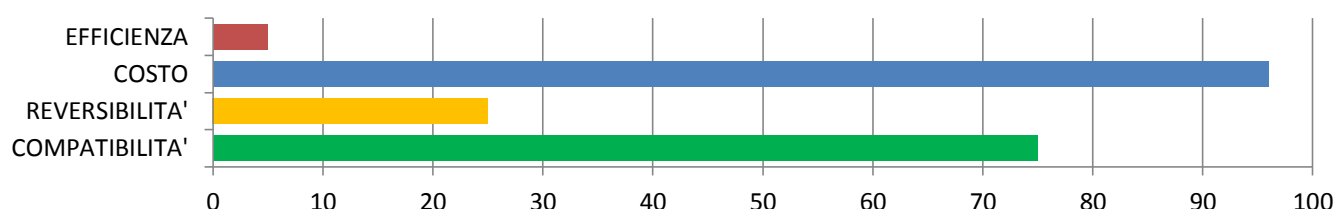


ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA		Cod. D_2_1	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (polistirene espanso) A RIDOTTO SPESSORE			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 49,28 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 27,94 W/mq	5	
Efficienza dell’intervento	39,6 W/mq	57	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	115 €/mq	100	
Intervento più costoso	245 €/mq	5	
Costo dell’intervento	115 €/mq	100	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	No		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	No		
VINCOLI SODDISFATTI	1	PUNTEGGIO	25
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	Si		
Mantenimento dei materiali storici	No		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	No		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50

<b>ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA</b>	<b>Cod. D_2_2</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibra di legno) A RIDOTTO SPESSORE</b>	

<p><b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:</b></p> <p>L'intervento di efficientamento energetico del solaio contro-terra consta della realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio contro-terra attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo ecoefficiente al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici anche se nel caso in questione si può agire con discreta libertà. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Rimozione dello strato di livellamento cementizio per circa 15 cm; - Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Creazione di una platea di fondazione armata di circa 5 cm; - Creazione di un massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione.</p>	
<p><b>CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:</b></p> <p>L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 54,56 a 26,62 W/mq ovvero una riduzione pari al 51%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire un barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di legno dello spessore di 2 cm. Questo tipo di isolante è di origine naturale così come la fibra di lino o di canapa, la fibra di mais o i pannelli di sughero che hanno un potere termoisolante simile, ma non propriamente indicati per interventi su solai. Con questo intervento quindi il sottosistema solaio contro-terra riduce nel suo complesso le dispersioni da 8820 a 4303 W.</p>	
<p><b>POTENZIALITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non viene modificata la quota di calpestio;</li> <li>• Non viene modificata l'architettura dell'edificio;</li> <li>• Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche.</li> <li>• Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;</li> </ul>	<p><b>CRITICITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non completamente efficace;</li> <li>• Costoso rispetto all'efficienza;</li> <li>• Esecuzione lunga e laboriosa.</li> </ul>

**PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**

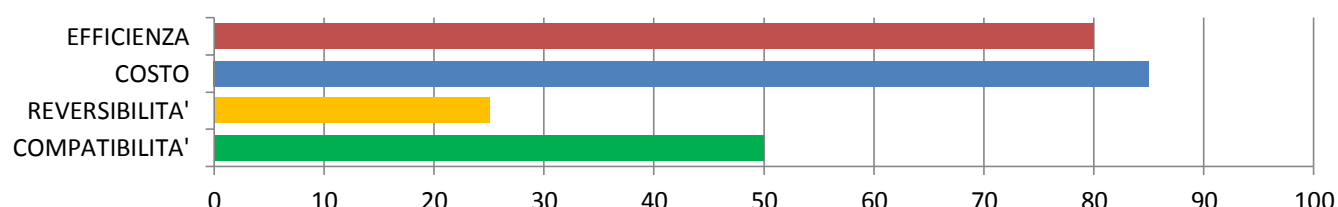


ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA		Cod. D_2_2	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (polistirene espanso) A RIDOTTO SPESSORE			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 49,28 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 27,94 W/mq	5	
Efficienza dell’intervento	27,594 W/mq	5	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	115 €/mq	100	
Intervento più costoso	245 €/mq	5	
Costo dell’intervento	120 €/mq	96	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	No		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	No		
VINCOLI SODDISFATTI	1	PUNTEGGIO	25
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	Si		
Mantenimento dei materiali storici	No		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75

<b>ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA</b>	<b>Cod. D_2_3</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (multistrato termoriflettente) A RIDOTTO SPESSORE</b>	

<p><b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:</b></p> <p>L'intervento di efficientamento energetico del solaio contro-terra consta della realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio contro-terra attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo innovativo al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici anche se nel caso in questione si può agire con discreta libertà. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Rimozione dello strato di livellamento cementizio per circa 15 cm; - Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Creazione di una platea di fondazione armata di circa 5 cm; - Creazione di un massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione.</p>	
<p><b>CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:</b></p> <p>L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 54,56 a 9,68 W/mq ovvero una riduzione pari al 82%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire un barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante. È stato inserito infatti un isolante di tipo innovativo, per esempio un pannello multistrato termoriflettente dello spessore di 1,5 cm. Questo tipo di isolante è formato da 13 componenti a ridotto spessore che permettono un ottimo comfort termico invernale, creando una barriera al freddo con la restituzione del calore emesso all'interno delle stanze. Con questo intervento quindi il sottosistema solaio contro-terra riduce nel suo complesso le dispersioni da 8820 a 1564 W.</p>	
<p><b>POTENZIALITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non viene modificata la quota di calpestio;</li> <li>• Non viene modificata l'architettura dell'edificio;</li> <li>• Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche.</li> <li>• Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;</li> </ul>	<p><b>CRITICITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molto costoso;</li> <li>• Esecuzione lunga e laboriosa.</li> </ul>

**PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**



ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA		Cod. D_2_3	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (multistrato termoriflettente) A RIDOTTO SPESSORE			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 49,28 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 27,94 W/mq	5	
Efficienza dell’intervento	44,88 W/mq	80	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	115 €/mq	100	
Intervento più costoso	245 €/mq	5	
Costo dell’intervento	135 €/mq	85	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	No		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	No		
VINCOLI SODDISFATTI	1	PUNTEGGIO	25
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	Si		
Mantenimento dei materiali storici	No		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	No		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50



<b>ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA</b>	<b>Cod. D_3_1</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (polistirene espanso) E VESPAIO</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di efficientamento energetico del solaio contro-terra consta della realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio contro-terra attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo convenzionale al di sopra di un vespaio in argilla espansa dello spessore di 25 cm al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici anche se nel caso in questione si può agire con discreta libertà. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Rimozione dello strato di livellamento cementizio e di terreno sottostante per una profondità di circa 40 cm; - Inserimento dello strato di argilla espansa; - Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Creazione di una platea di fondazione armata di circa 5 cm; - Creazione di un massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 54,56 a 5,72 W/mq ovvero una riduzione pari al 90%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire un barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante. L'inserimento del vespaio in argilla espansa migliora le condizioni di isolamento dall'umidità proveniente dal terreno. Si tratta di un aggregato di origine naturale che mantiene le sue proprietà inalterate nel tempo. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso (XPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 8820 a 925 W.

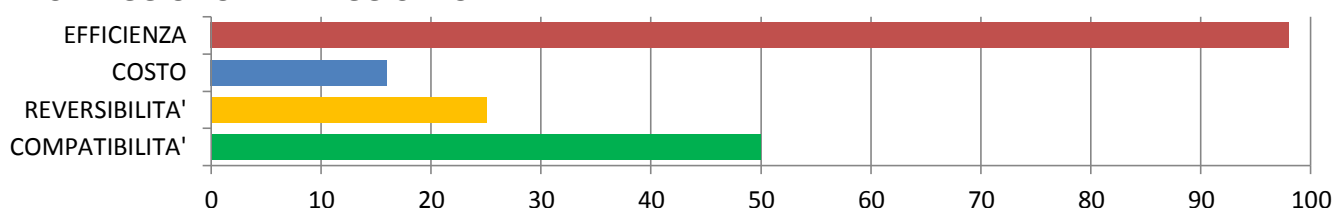
#### POTENZIALITA'

- Non viene modificata la quota di calpestio;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche.
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;

#### CRITICITA'

- Molto costoso;
- Esecuzione lunga e laboriosa.

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA		Cod. D_3_1	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO CONVENZIONALE (polistirene espanso) E VESPAIO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 49,28 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 27,94 W/mq	5	
Efficienza dell’intervento	48,84W/mq	98	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	115 €/mq	100	
Intervento più costoso	245 €/mq	5	
Costo dell’intervento	230 €/mq	16	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	No		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	No		
VINCOLI SODDISFATTI	0	PUNTEGGIO	0
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	Si		
Mantenimento dei materiali storici	No		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	No		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50

<b>ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA</b>	<b>Cod. D_3_2</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibra di legno) E VESPAIO</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di efficientamento energetico del solaio contro-terra consta della realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio contro-terra attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo ecoefficiente al di sopra di un vespaio in argilla espansa dello spessore di 25 cm al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici anche se nel caso in questione si può agire con discreta libertà. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Rimozione dello strato di livellamento cementizio e di terreno sottostante per una profondità di circa 40 cm; - Inserimento dello strato di argilla espansa; - Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Creazione di una platea di fondazione armata di circa 5 cm; - Creazione di un massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 54,56 a 9,9 W/mq ovvero una riduzione pari al 82%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire un barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante. L'inserimento del vespaio in argilla espansa migliora le condizioni di isolamento dall'umidità proveniente dal terreno. Si tratta di un aggregato di origine naturale che mantiene le sue proprietà inalterate nel tempo. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di legno dello spessore di 5 cm. Questo tipo di isolante è di origine naturale così come la fibra di canapa e kenaf. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 8820 a 1600 W.

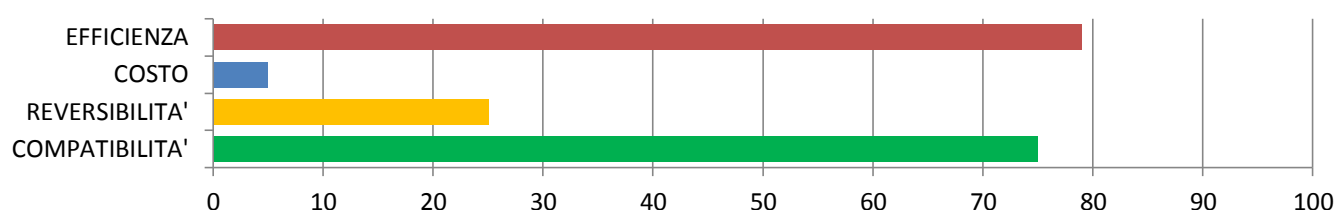
#### POTENZIALITA'

- Non viene modificata la quota di calpestio;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche.
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;

#### CRITICITA'

- Non completamente efficace;
- Costoso in rapporto all'efficienza;
- Esecuzione lunga e laboriosa.

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:

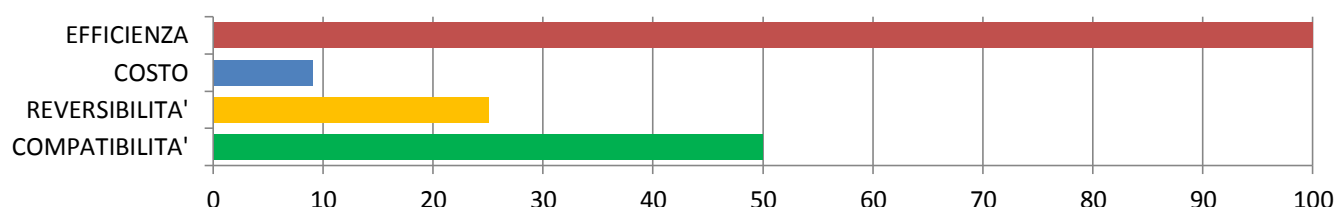


ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA		Cod. D_3_2	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO ECOEFFICIENTE (pannello in fibra di legno) E VESPAIO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 49,28 W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 27,94 W/mq	5	
Efficienza dell’intervento	44,66W/mq	79	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	115 €/mq	100	
Intervento più costoso	245 €/mq	5	
Costo dell’intervento	245 €/mq	5	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	No		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	No		
VINCOLI SODDISFATTI	0	PUNTEGGIO	0
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	Si		
Mantenimento dei materiali storici	No		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75

<b>ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA</b>	<b>Cod. D_3_3</b>
<b>INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello in poliuretano espanso) E VESPAIO</b>	

<p><b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:</b></p> <p>L'intervento di efficientamento energetico del solaio contro-terra consta della realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio contro-terra attraverso l'inserimento di pannelli isolanti di tipo innovativo al di sopra di un vespaio in argilla espansa dello spessore di 25 cm al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici anche se nel caso in questione si può agire con discreta libertà. La posa in opera di tale isolamento si compone delle seguenti fasi: - Rimozione dello strato di livellamento cementizio e di terreno sottostante per una profondità di circa 40 cm; - Inserimento dello strato di argilla espansa; - Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; - Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; - Creazione di una platea di fondazione armata di circa 5 cm; - Creazione di un massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione.</p>	
<p><b>CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:</b></p> <p>L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 54,56 a 5,28 W/mq ovvero una riduzione pari al 91%. Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire un barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante. L'inserimento del vespaio in argilla espansa migliora le condizioni di isolamento dall'umidità proveniente dal terreno. Si tratta di un aggregato di origine naturale che mantiene le sua proprietà inalterate nel tempo. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di legno dello spessore di 5 cm. Questo tipo di isolante è di origine sintetica e presenta ottime caratteristiche di isolamento, traspirabilità e resistenza all'umidità, garantendo buone condizioni di comfort interno. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 8820 a 853 W.</p>	
<p><b>POTENZIALITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non viene modificata la quota di calpestio;</li> <li>• Non viene modificata l'architettura dell'edificio;</li> <li>• Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche.</li> <li>• Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;</li> </ul>	<p><b>CRITICITA'</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molto costoso;</li> <li>• Esecuzione lunga e laboriosa.</li> </ul>

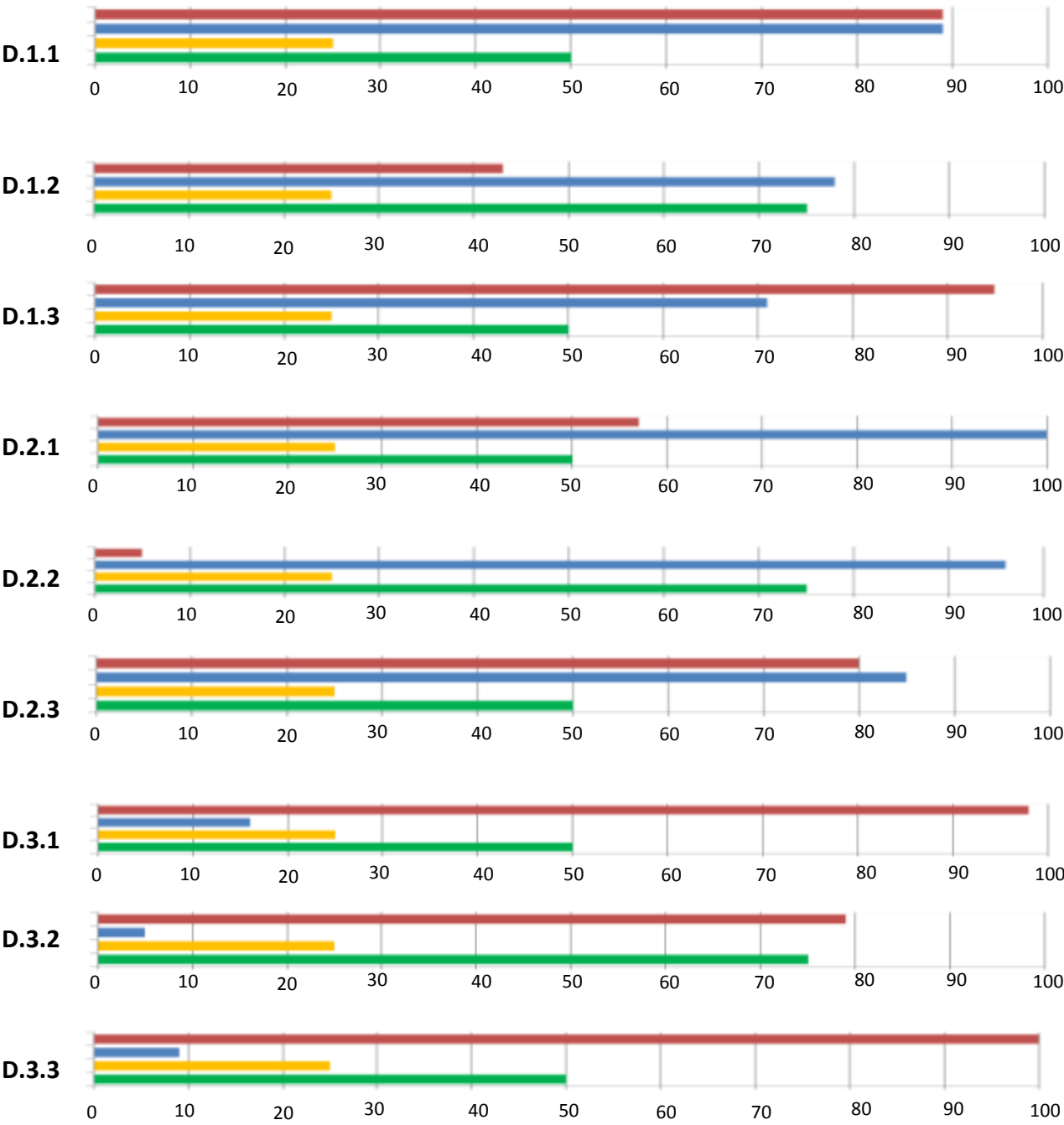
**PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**





ELEMENTO: SOLAIO CONTRO-TERRA		Cod. D_3_3	
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL’ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTRO-TERRA CON PANNELLO ISOLANTE TERMO-ACUSTICO DI TIPO INNOVATIVO (pannello in poliuretano espanso) E VESPAIO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 49,28 W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 27,94 W/mq		5
Efficienza dell’intervento	49,28W/mq		100
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	115 €/mq		100
Intervento più costoso	245 €/mq		5
Costo dell’intervento	240 €/mq		9
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA’			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	No		
Assenza di residui post-rimozione dell’intervento	No		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	No		
VINCOLI SODDISFATTI	1	PUNTEGGIO	25
VALUTAZIONE COMPATIBILITA’			
Mantenimento della geometria e forma del sottosistema	Si		
Mantenimento delle quote di calpestio	Si		
Mantenimento dei materiali storici	No		
Compatibilità materica con gli elementi che costituiscono il sottosistema	No		
VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO	50

SINTESI DEI GRAFICI DI VALUTAZIONE PER L'ELEMENTO SOLAIO CONTRO-TERRA \_COD. D\_



ELEMENTO: SERRAMENTI ESTERNI	Cod. E
Dispersioni dei serramenti allo stato di fatto:	89,32 W/mq
<p><b>DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELL'ELEMENTO:</b></p> <p>Il sistema dei serramenti esterni è caratterizzato da finestre e porte-finestre in legno a due ante che danno sul prospetto principale e sulla corte interna. La tipologia rilevata riassume le caratteristiche ricorrenti nei serramenti siciliani della metà del Novecento. Sia le finestre che le porte-finestre sono dotati di scuretti in corrispondenza dei vetri per impedire l'ingresso della luce e per limitare le dispersioni nelle fasi notturne. Il telaio fisso è formato da due montanti di sezione rettangolare di 8 x 5 cm inseriti all'interno della muratura e murato sul lato esterno della parete attraverso delle zanche metalliche. Le ante mobili sono costituite da montanti di sezione rettangolare di 10 x 6 cm con una risega verso l'interno per l'alloggio degli scuretti. Le ante e gli scuretti presentano un sistema di chiusura a battuta semplice. La chiusura delle ante avviene attraverso una maniglia cremonese. Gli scuretti invece si chiudono secondo il sistema "a succhiario" ovvero attraverso un paletto metallico a sezione circolare che ruota dentro le guide inserite nel montante centrale. Il paletto viene ruotato attraverso una maniglia a pomello che permette la chiusura bloccando ogni scuro all'anta a seguito di una lieve forzatura. Lo stato di conservazione di tutti i serramenti presenta non poche problematiche: il degrado delle parti lignee, la rottura di molti vetri, la pitturazione in fase di esfoliazione, il degrado delle ferramenta. Per questi motivi la trasmittanza del telaio ligneo si può aggirare attorno ai 2,5 - 3 W/mqK e quella del vetro attorno ai 5,4 W/mqK. La simulazione energetica dell'edificio evidenzia come questo sottosistema sia quello a cui imputare le maggiori dispersioni, pari a quasi 90 W/mqK. Per tale ragione un intervento di miglioramento energetico che riduca le dispersioni è da reputarsi indispensabile.</p>	<p><b>IMMAGINI DELL'ELEMENTO SERRAMENTO ESTERNO</b></p> 

<b>ELEMENTO: SERRAMENTI ESTERNI</b>	<b>Cod. E_1_1</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di miglioramento energetico del sottosistema serramenti esterni consiste nel recupero del serramento originario (telaio, controtelaio e vetro) al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi l'insieme del serramento e che l'aria fredda possa entrare all'interno degli ambienti. Tale operazione si compone nelle seguenti fasi: - Smontaggio del serramento esistente; - Rimozione del vetro originario, se presente, e manutenzione del telaio e del controtelaio e scuri interni; - Sverniciatura e carteggiatura delle parti lignee; - Fissaggio delle parti staccate e rifacimento delle parti mancanti con materiali uguale a quello esistente; - Revisione o cambio delle ferramenta originarie non più funzionanti; - Verniciatura del serramento con resine appropriate; - Inserimento di gocciolatoi e battute; - Isolamento dei telai inserendo nastri o guarnizioni elastiche nelle fughe tra telaio e anta e tra le ante in corrispondenza della chiusura; - Inserimento del vetro originario o sostituzione se rotto - Fissaggio del serramento al paramento murario.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 89,32 a 80,24 W/mq ovvero una riduzione pari al 10%. Il sistema delle operazioni eseguite sugli elementi è quasi invisibile e non altera l'estetica degli elementi permettendo di ottenere una buona riduzione delle dispersioni termiche. Un ulteriore apporto alla riduzione delle dispersione risulta essere quello di inserire o recuperare i sistemi oscuranti come in questo caso scuri in legno in corrispondenza delle ante vetrate. Con questo tipo di intervento i ricambi d'aria vengono ridotti di circa il 50 - 80% del totale. Nella valutazione sono state inserite le variazioni di dispersione termica date dal pacchetto serramento - vetro il cui valore di trasmittanza. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2440 a 2192 W.

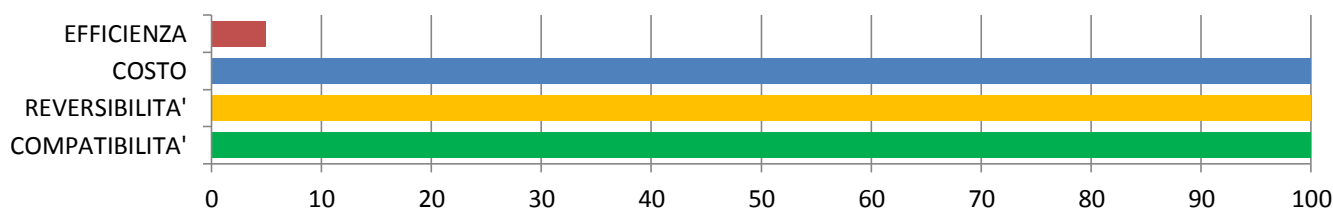
#### POTENZIALITA'

- Riduzione delle dispersioni termiche dovute a scambi d'aria tra interno ed esterno;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati i materiali originari;
- Riduzione dei ricambi d'aria;

#### CRITICITA'

- Costoso rispetto ai risultati ottenuti;
- Esecuzione lunga e laboriosa.

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: SERRAMENTI ESTERNI		Cod. E_1_1	
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 60,72W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,08 W/mq		5
Efficienza dell'intervento	9,08 W/mq		5
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	350 €/mq		100
Intervento più costoso	550 €/mq		5
Costo dell'intervento	350 €/mq		100
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	Si		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma della struttura del sottosistema	Si		
Mantenimento della geometria e della forma dei vetri	Si		
Mantenimento dei materiali storici della struttura del sottosistema	Si		
Mantenimento dei materiali storici del vetro	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100



<b>ELEMENTO: SERRAMENTI ESTERNI</b>	<b>Cod. E_2_1</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI UNA VETROCAMERA (4-8-4) CON INTERCAPEDINE DI ARIA</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di miglioramento energetico del sottosistema serramenti esterni consiste nel recupero del serramento originario (telaio, controtelaio e vetro) al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi l'insieme del serramento e che l'aria fredda possa entrare all'interno degli ambienti. Tale operazione si compone nelle seguenti fasi: - Smontaggio del serramento esistente; - Rimozione del vetro originario, se presente, e manutenzione del telaio e del controtelaio e scuri interni; - Sverniciatura e carteggiatura delle parti lignee; - Allargamento della sede in cui inserire il nuovo vetro, tramite fresatrice a controllo numerico; Fissaggio delle parti staccate e rifacimento delle parti mancanti con materiali uguale a quello esistente; - Revisione o cambio delle ferramenta originarie non più funzionanti; - Verniciatura del serramento con resine appropriate; - Inserimento di gocciolatoi e battute; - Isolamento dei telai inserendo nastri o guarnizioni elastiche nelle fughe tra telaio e anta e tra le ante in corrispondenza della chiusura; - Inserimento del nuovo sistema vetrocamera; - Fissaggio del serramento al paramento murario.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 89,32 a 44,22 W/mq ovvero una riduzione pari al 50%. Il sistema delle operazioni eseguite sugli elementi è quasi invisibile e non altera l'estetica degli elementi permettendo di ottenere una buona riduzione delle dispersioni termiche. Un ulteriore apporto alla riduzione delle dispersione risulta essere quello di inserire o recuperare i sistemi oscuranti come in questo caso scuri in legno in corrispondenza delle ante vetrate. Con questo tipo di intervento i ricambi d'aria vengono ridotti di circa il 50 - 80% del totale. Il vetro singolo originale presenta una trasmittanza pari a 5,4 W/mqK e un coefficiente di trasmissione (fattore solare) pari a 0,85. Agendo sui singoli vetri, con l'inserimento di un vetrocamera semplice (4-8-4), il valore di trasmittanza si abbassa a 2,10 W/mqK con un coefficiente di trasmissione di 0,65. Spessori di vetro inferiore, come ad esempio 3-6-3, darebbero valori poco rilevanti in merito alle riduzioni dei consumi energetici e delle dispersioni. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2440 a 1208 W.

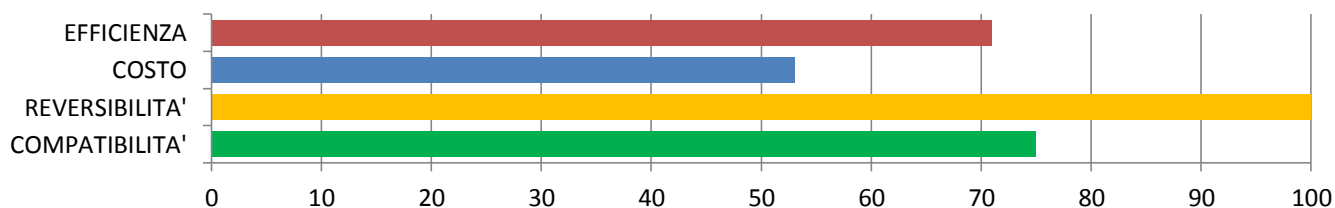
#### POTENZIALITA'

- Riduzione delle dispersioni termiche dovute a scambi d'aria tra interno ed esterno;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati i materiali originari;
- Riduzione dei ricambi d'aria;

#### CRITICITA'

- Costoso ma efficace;
- Intervento non sempre possibile;
- Esecuzione lunga e laboriosa.

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: SERRAMENTI ESTERNI		Cod. E_2_1	
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI UNA VETROCAMERA (4-8-4) CON INTERCAPEDINE DI ARIA			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 60,72W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,08 W/mq		5
Efficienza dell'intervento	45,1 W/mq		71
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	350 €/mq		100
Intervento più costoso	550 €/mq		5
Costo dell'intervento	450 €/mq		53
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	Si		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma della struttura del sottosistema	Si		
Mantenimento della geometria e della forma dei vetri	Si		
Mantenimento dei materiali storici della struttura del sottosistema	Si		
Mantenimento dei materiali storici del vetro	No		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75

<b>ELEMENTO: SERRAMENTI ESTERNI</b>	<b>Cod. E_2_2</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI UNA VETROCAMERA (4-8-4) CON INTERCAPEDINE DI ARGON</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di miglioramento energetico del sottosistema serramenti esterni consiste nel recupero del serramento originario (telaio, controtelaio e vetro) al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi l'insieme del serramento e che l'aria fredda possa entrare all'interno degli ambienti. Tale operazione si compone nelle seguenti fasi: - Smontaggio del serramento esistente; - Rimozione del vetro originario, se presente, e manutenzione del telaio e del controtelaio e scuri interni; - Sverniciatura e carteggiatura delle parti lignee; - Allargamento della sede in cui inserire il nuovo vetro, tramite fresatrice a controllo numerico; Fissaggio delle parti staccate e rifacimento delle parti mancanti con materiali uguale a quello esistente; - Revisione o cambio delle ferramenta originarie non più funzionanti; - Verniciatura del serramento con resine appropriate; - Inserimento di gocciolatoi e battute; - Isolamento dei telai inserendo nastri o guarnizioni elastiche nelle fughe tra telaio e anta e tra le ante in corrispondenza della chiusura; - Inserimento del nuovo sistema vetrocamera; - Fissaggio del serramento al paramento murario.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 89,32 a 39,4 W/mq ovvero una riduzione pari al 56%. Il sistema delle operazioni eseguite sugli elementi è quasi invisibile e non altera l'estetica degli elementi permettendo di ottenere una buona riduzione delle dispersioni termiche. Un ulteriore apporto alla riduzione delle dispersione risulta essere quello di inserire o recuperare i sistemi oscuranti come in questo caso scuri in legno in corrispondenza delle ante vetrate. Con questo tipo di intervento i ricambi d'aria vengono ridotti di circa il 50 - 80% del totale. Il vetro singolo originale presenta una trasmittanza pari a 5,4 W/mqK e un coefficiente di trasmissione (fattore solare) pari a 0,85. Agendo sui singoli vetri, con l'inserimento di un vetrocamera semplice (4-8-4), il valore di trasmittanza si abbassa a 1,80 W/mqK con un coefficiente di trasmissione di 0,65. Spessori di vetro inferiore, come ad esempio 3-6-3, darebbero valori poco rilevanti in merito alle riduzioni dei consumi energetici e delle dispersioni. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2440 a 1076 W.

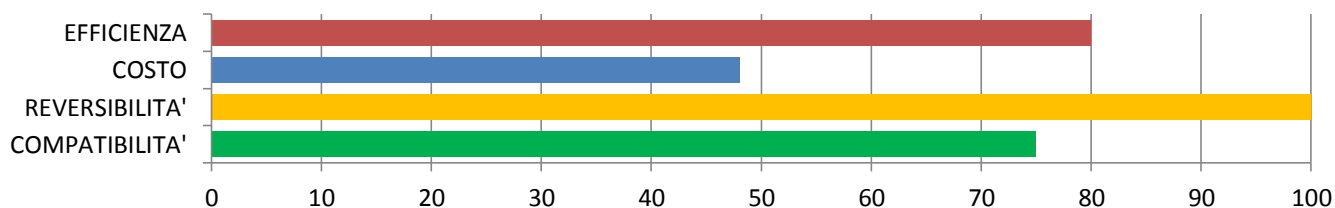
#### POTENZIALITA'

- Riduzione delle dispersioni termiche dovute a scambi d'aria tra interno ed esterno;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati i materiali originari;
- Riduzione dei ricambi d'aria;

#### CRITICITA'

- Costoso ma efficace;
- Intervento non sempre possibile;
- Esecuzione lunga e laboriosa.

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: SERRAMENTI ESTERNI		Cod. E_2_2	
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI UNA VETROCAMERA (4-8-4) CON INTERCAPEDINE DI ARGON			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 60,72W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,08 W/mq		5
Efficienza dell'intervento	49,92 W/mq		80
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	350 €/mq		100
Intervento più costoso	550 €/mq		5
Costo dell'intervento	460 €/mq		48
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	Si		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma della struttura del sottosistema	Si		
Mantenimento della geometria e della forma dei vetri	Si		
Mantenimento dei materiali storici della struttura del sottosistema	Si		
Mantenimento dei materiali storici del vetro	No		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75

<b>ELEMENTO: SERRAMENTI ESTERNI</b>	<b>Cod. E_3_1</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI UNA VETROCAMERA BASSO EMISSIVO (4-8-4) CON INTERCAPEDINE DI ARIA</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di miglioramento energetico del sottosistema serramenti esterni consiste nel recupero del serramento originario (telaio, controtelaio e vetro) al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi l'insieme del serramento e che l'aria fredda possa entrare all'interno degli ambienti. Tale operazione si compone nelle seguenti fasi: - Smontaggio del serramento esistente; - Rimozione del vetro originario, se presente, e manutenzione del telaio e del controtelaio e scuri interni; - Sverniciatura e carteggiatura delle parti lignee; - Allargamento della sede in cui inserire il nuovo vetro, tramite fresatrice a controllo numerico; Fissaggio delle parti staccate e rifacimento delle parti mancanti con materiali uguale a quello esistente; - Revisione o cambio delle ferramenta originarie non più funzionanti; - Verniciatura del serramento con resine appropriate; - Inserimento di gocciolatoi e battute; - Isolamento dei telai inserendo nastri o guarnizioni elastiche nelle fughe tra telaio e anta e tra le ante in corrispondenza della chiusura; - Inserimento del nuovo sistema vetrocamera; - Fissaggio del serramento al paramento murario.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 89,32 a 41,14 W/mq ovvero una riduzione pari al 54%. Il sistema delle operazioni eseguite sugli elementi è quasi invisibile e non altera l'estetica degli elementi permettendo di ottenere una buona riduzione delle dispersioni termiche. Un ulteriore apporto alla riduzione delle dispersione risulta essere quello di inserire o recuperare i sistemi oscuranti come in questo caso scuri in legno in corrispondenza delle ante vetrate. Con questo tipo di intervento i ricambi d'aria vengono ridotti di circa il 50 - 80% del totale. Il vetro singolo originale presenta una trasmittanza pari a 5,4 W/mqK e un coefficiente di trasmissione (fattore solare) pari a 0,85. Agendo sui singoli vetri, con l'inserimento di un vetrocamera semplice (4-8-4), il valore di trasmittanza si abbassa a 2,00 W/mqK con un coefficiente di trasmissione di 0,65. Spessori di vetro inferiore, come ad esempio 3-6-3, darebbero valori poco rilevanti in merito alle riduzioni dei consumi energetici e delle dispersioni. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2440 a 1123 W.

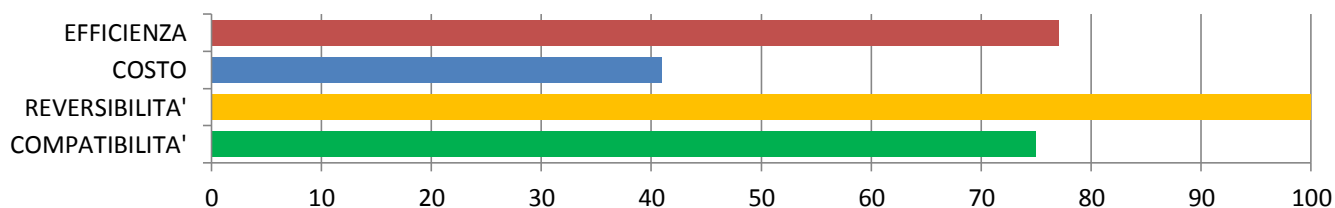
#### POTENZIALITA'

- Riduzione delle dispersioni termiche dovute a scambi d'aria tra interno ed esterno;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati i materiali originari;
- Riduzione dei ricambi d'aria;

#### CRITICITA'

- Costoso ma efficace;
- Intervento non sempre possibile;
- Esecuzione lunga e laboriosa.

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:





ELEMENTO: SERRAMENTI ESTERNI		Cod. E_3_1	
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI UNA VETROCAMERA BASSO EMISSIVO (4-8-4) CON INTERCAPEDINE DI ARIA			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 60,72W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,08 W/mq		5
Efficienza dell'intervento	48,18 W/mq		77
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	350 €/mq		100
Intervento più costoso	550 €/mq		5
Costo dell'intervento	475 €/mq		41
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	Si		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma della struttura del sottosistema	Si		
Mantenimento della geometria e della forma dei vetri	Si		
Mantenimento dei materiali storici della struttura del sottosistema	Si		
Mantenimento dei materiali storici del vetro	No		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75

<b>ELEMENTO: SERRAMENTI ESTERNI</b>	<b>Cod. E_3_2</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI UNA VETROCAMERA BASSO EMISSIVO (4-8-4) CON INTERCAPEDINE DI ARGON</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di miglioramento energetico del sottosistema serramenti esterni consiste nel recupero del serramento originario (telaio, controtelaio e vetro) al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi l'insieme del serramento e che l'aria fredda possa entrare all'interno degli ambienti. Tale operazione si compone nelle seguenti fasi: - Smontaggio del serramento esistente; - Rimozione del vetro originario, se presente, e manutenzione del telaio e del controtelaio e scuri interni; - Sverniciatura e carteggiatura delle parti lignee; - Allargamento della sede in cui inserire il nuovo vetro, tramite fresatrice a controllo numerico; Fissaggio delle parti staccate e rifacimento delle parti mancanti con materiali uguale a quello esistente; - Revisione o cambio delle ferramenta originarie non più funzionanti; - Verniciatura del serramento con resine appropriate; - Inserimento di gocciolatoi e battute; - Isolamento dei telai inserendo nastri o guarnizioni elastiche nelle fughe tra telaio e anta e tra le ante in corrispondenza della chiusura; - Inserimento del nuovo sistema vetrocamera; - Fissaggio del serramento al paramento murario.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 89,32 a 36,2 W/mq ovvero una riduzione pari al 59%. Il sistema delle operazioni eseguite sugli elementi è quasi invisibile e non altera l'estetica degli elementi permettendo di ottenere una buona riduzione delle dispersioni termiche. Un ulteriore apporto alla riduzione delle dispersione risulta essere quello di inserire o recuperare i sistemi oscuranti come in questo caso scuri in legno in corrispondenza delle ante vetrate. Con questo tipo di intervento i ricambi d'aria vengono ridotti di circa il 50 - 80% del totale. Il vetro singolo originale presenta una trasmittanza pari a 5,4 W/mqK e un coefficiente di trasmissione (fattore solare) pari a 0,85. Agendo sui singoli vetri, con l'inserimento di un vetrocamera semplice (4-8-4), il valore di trasmittanza si abbassa a 1,77 W/mqK con un coefficiente di trasmissione di 0,65. Spessori di vetro inferiore, come ad esempio 3-6-3, darebbero valori poco rilevanti in merito alle riduzioni dei consumi energetici e delle dispersioni. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2440 a 989W.

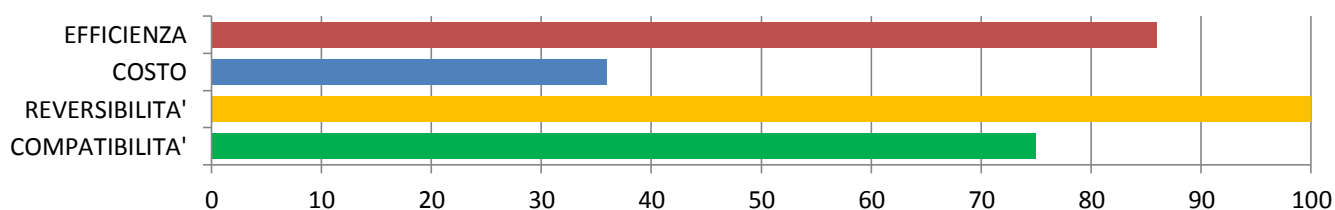
#### POTENZIALITA'

- Riduzione delle dispersioni termiche dovute a scambi d'aria tra interno ed esterno;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati i materiali originari;
- Riduzione dei ricambi d'aria;

#### CRITICITA'

- Costoso ma efficace;
- Intervento non sempre possibile;
- Esecuzione lunga e laboriosa.

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



ELEMENTO: SERRAMENTI ESTERNI		Cod. E_3_2	
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI UNA VETROCAMERA (4-8-4) CON INTERCAPEDINE DI ARGON			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 60,72W/mq		100
Intervento meno efficiente	Diff. 9,08 W/mq		5
Efficienza dell'intervento	53,12 W/mq		86
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	350 €/mq		100
Intervento più costoso	550 €/mq		5
Costo dell'intervento	485 €/mq		36
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	Si		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma della struttura del sottosistema	Si		
Mantenimento della geometria e della forma dei vetri	Si		
Mantenimento dei materiali storici della struttura del sottosistema	Si		
Mantenimento dei materiali storici del vetro	No		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75

<b>ELEMENTO: SERRAMENTI ESTERNI</b>	<b>Cod. E_4_1</b>
<b>INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI PELLICOLA RIFLETTENTE SUL VETRO ORIGINARIO</b>	

#### DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:

L'intervento di miglioramento energetico del sottosistema serramenti esterni consiste nel recupero del serramento originario (telaio, controtelaio e vetro) al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi l'insieme del serramento e che l'aria fredda possa entrare all'interno degli ambienti. Tale operazione si compone nelle seguenti fasi: - Smontaggio del serramento esistente; - Rimozione del vetro originario, se presente, e manutenzione del telaio e del controtelaio e scuri interni; - Sverniciatura e carteggiatura delle parti lignee; - Fissaggio delle parti staccate e rifacimento delle parti mancanti con materiali uguale a quello esistente; - Revisione o cambio delle ferramenta originarie non più funzionanti; - Verniciatura del serramento con resine appropriate; - Inserimento di gocciolatoi e battute; - Isolamento dei telai inserendo nastri o guarnizioni elastiche nelle fughe tra telaio e anta e tra le ante in corrispondenza della chiusura; - Inserimento del vetro originario con pellicola riflettente applicata - Fissaggio del serramento al paramento murario.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 89,32 a 79,3 W/mq ovvero una riduzione pari al 12%. Il sistema delle operazioni eseguite sugli elementi è quasi invisibile e non altera l'estetica degli elementi permettendo di ottenere una buona riduzione delle dispersioni termiche. Un ulteriore apporto alla riduzione delle dispersione risulta essere quello di inserire o recuperare i sistemi oscuranti come in questo caso scuri in legno in corrispondenza delle ante vetrate. Con questo tipo di intervento i ricambi d'aria vengono ridotti di circa il 50 - 80% del totale. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2440 a 2166 W.

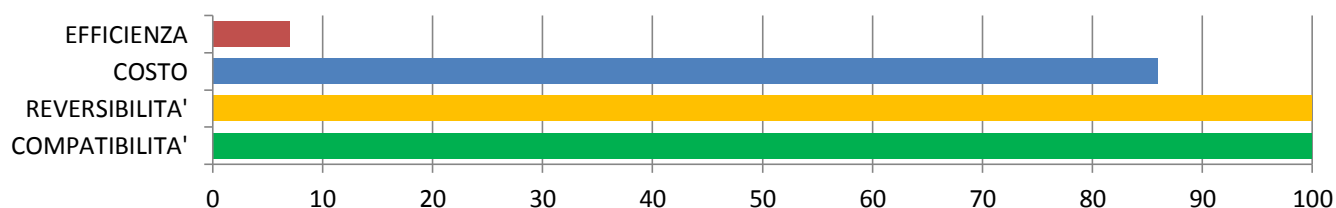
#### POTENZIALITA'

- Riduzione delle dispersioni termiche dovute a scambi d'aria tra interno ed esterno;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati i materiali originari;
- Riduzione dei ricambi d'aria;

#### CRITICITA'

- Costoso rispetto ai risultati ottenuti;
- Esecuzione lunga e laboriosa;
- Altera il colore e l'intensità della luce all'interno degli ambienti;
- Intervento non sempre possibile nel caso in cui i vetri originari sia rotti o assenti.

#### PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:



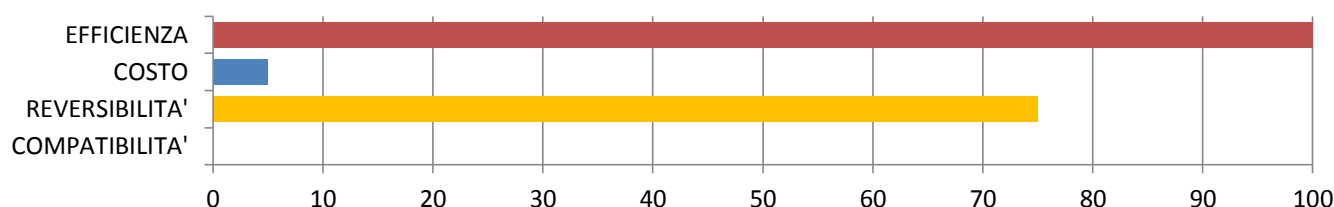
ELEMENTO: SERRAMENTI ESTERNI		Cod. E_4_1	
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI PELLICOLA RIFLETTENTE SUL VETRO ORIGINARIO			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 60,72W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 9,08 W/mq	5	
Efficienza dell'intervento	10,02 W/mq	7	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	350 €/mq	100	
Intervento più costoso	550 €/mq	5	
Costo dell'intervento	380 €/mq	86	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	Si		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma della struttura del sottosistema	Si		
Mantenimento della geometria e della forma dei vetri	Si		
Mantenimento dei materiali storici della struttura del sottosistema	Si		
Mantenimento dei materiali storici del vetro	Si		
VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	100



<b>ELEMENTO: SERRAMENTI ESTERNI</b>	<b>Cod. E_5_1</b>
<b>INTERVENTO: SOSTITUZIONE DEL SERRAMENTO ORIGINARIO CON UNO NUOVO IN LEGNO E ALLUMINIO A TAGLIO TERMICO CON VETROCAMERA 3-6-3 E INTERCAPEDINE CON ARGON</b>	

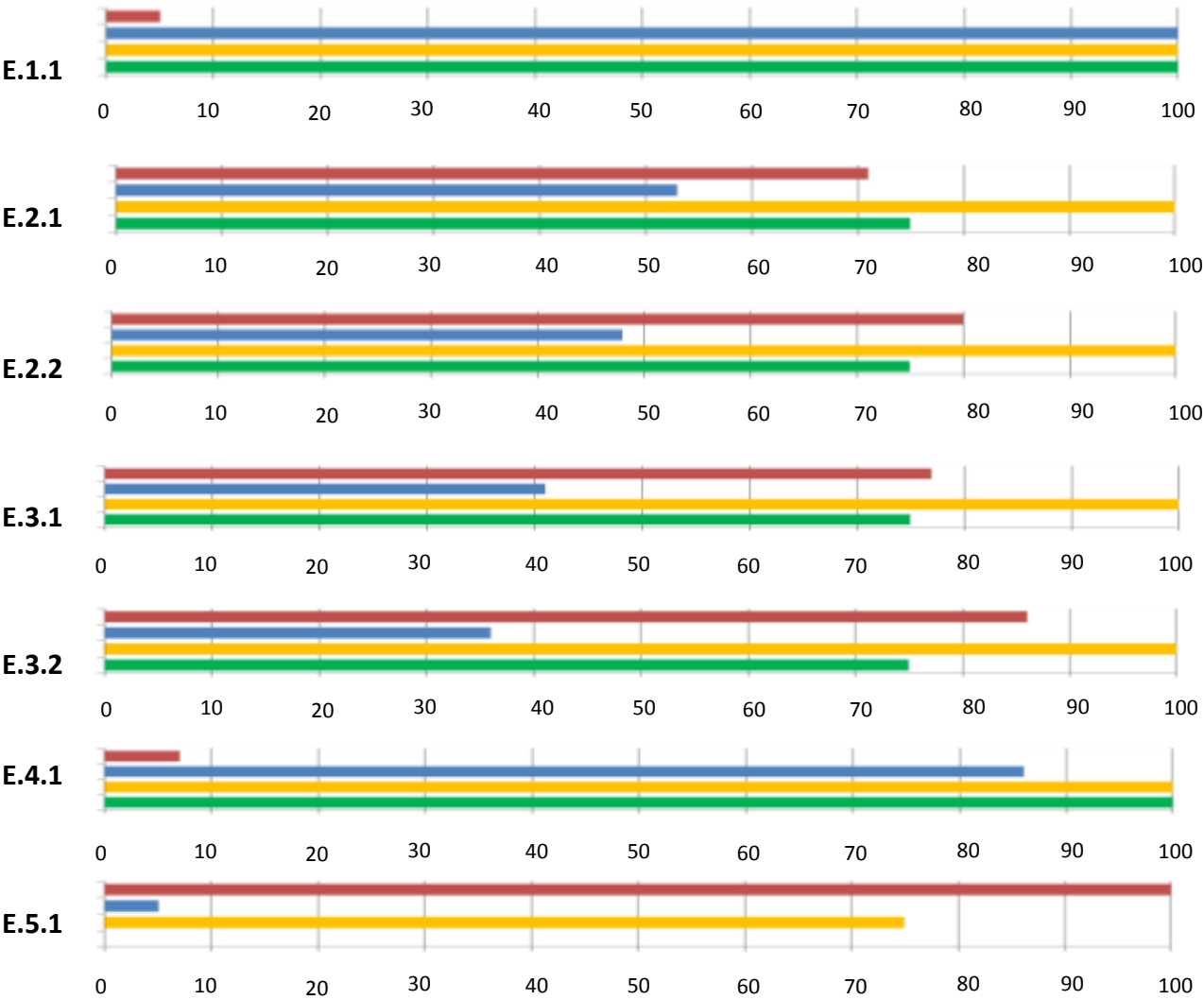
<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO:</b> <p>Questo intervento di miglioramento consiste nell'installazione di un nuovo serramento simile a quello originario, con telaio in alluminio e legno e vetrocamera 3 - 6 - 3 con intercapedine in argon. L'intervento risulta molto invasivo dal punto di vista della compatibilità in quanto modifica l'architettura originaria dell'edificio e soprattutto provoca la perdita totale della materia originaria a fronte di un ottimo rendimento energetico del nuovo pacchetto. Nel caso di serramenti esistenti in cattivo stato di conservazione o di infissi non coerenti con il contesto dell'edificio poiché inseriti in fase successiva, la sostituzione potrebbe essere una delle soluzioni per il riuso degli ambienti interessati che restituisca un'ottima riduzione dei consumi energetici.</p>	
<b>CARATTERISTICHE TECNICHE-STRATIGRAFICHE DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:</b> <p>L'intervento descritto comporta una riduzione dei consumi energetici da 89,32 a 28,6 W/mq ovvero una riduzione pari al 67%. Con l'inserimento di un serramento in alluminio e legno a taglio termico e vetrocamera, vengono annullati i ricambi orari, con una trasmittanza totale del pacchetto inferiore ai 1,65 W/mqK, rispetto alla configurazione iniziale. Con questo intervento quindi il sottosistema copertura riduce nel suo complesso le dispersioni da 2440 a 781 W.</p>	
<b>POTENZIALITA'</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Riduzione delle dispersioni termiche dovute a scambi d'aria tra interno ed esterno;</li> <li>• Molto efficace dal punto di vista energetico</li> </ul>	<b>CRITICITA'</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Costoso;</li> <li>• Non conserva i materiali storici;</li> <li>• Modifica l'architettura dell'edificio.</li> </ul>

**PUNTEGGIO TOTALE RAGGIUNTO:**



ELEMENTO: SERRAMENTI ESTERNI		Cod. E_5_1	
INTERVENTO: SOSTITUZIONE DEL SERRAMENTO ORIGINARIO CON UNO NUOVO IN LEGNO E ALLUMIONIO A TAGLIO TERMICO CON VETROCAMERA 3-6-3 E INTERCAPEDINE CON ARGON			
VALUTAZIONE EFFICIENZA (valori al mq)		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento più efficiente	Diff. 60,72W/mq	100	
Intervento meno efficiente	Diff. 9,08 W/mq	5	
Efficienza dell'intervento	60,72 W/mq	100	
VALUTAZIONE EFFICIENZA		VALUTAZIONE PUNTEGGIO	
Intervento meno costoso	350 €/mq	100	
Intervento più costoso	550 €/mq	5	
Costo dell'intervento	550 €/mq	5	
VALUTAZIONE REQUISITI REVERSIBILITA'			
Intervento facilmente rimovibile senza danni per il sotto-sistema	Si		
Assenza di residui post-rimozione dell'intervento	Si		
Possibilità di rimozione delle componenti residue	Si		
Intervento che lascia le stesse possibilità di scelte conservative presenti in precedenza anche dopo la rimozione	No		
VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO	75
VALUTAZIONE COMPATIBILITA'			
Mantenimento della geometria e forma della struttura del sottosistema	No		
Mantenimento della geometria e della forma dei vetri	No		
Mantenimento dei materiali storici della struttura del sottosistema	No		
Mantenimento dei materiali storici del vetro	No		
VINCOLI SODDISFATTI	0	PUNTEGGIO	0

SINTESI DEI GRAFICI DI VALUTAZIONE PER L'ELEMENTO SERRAMENTO ESTERNO\_COD. E\_



## ***Capitolo 4***

***Indirizzi per un restauro sostenibile.***

***Principi e criteri metodologici***

#### 4. Indirizzi per un restauro sostenibile. Principi e criteri metodologici

Essendo in questo particolare momento storico il tema del risparmio energetico al centro del dibattito politico e normativo internazionale, risulta di fondamentale importanza porre attenzione sull'ottimizzazione energetico-ambientale dei manufatti esistenti, incentivando azioni che tengano conto delle caratteristiche bioclimatiche intrinseche all'edificio e al suo funzionamento sistemico.

La normativa vigente in ambito di risparmio energetico risulta finalizzata in funzione delle nuove costruzioni descrivendo requisiti sempre più restrittivi e richieste di prestazioni così performanti da non avere possibilità di dialogo con l'edilizia esistente se non facendo ricorso al sistema della deroga. La finalità di ottimizzare solo il parametro del consumo energetico ha orientato i maggiori interventi verso la sostituzione di singoli elementi per ottimizzarne la prestazione, senza però considerare né un approccio di sistema, che consideri il rapporto tra edificio e ambiente e tra prestazione ed uso, né che una politica di sostituzione incentivata fiscalmente porta nel lungo termine ad un effetto deleterio sul piano stesso della sostenibilità ambientale, se si considera l'intero ciclo di vita utile degli oggetti comprendendo cioè i costi di produzione, di dismissione, di gestione, ecc. Alla base di queste operazioni sostitutive sussiste la consapevolezza che il progetto di restauro sia la sommatoria di azioni effettuate sui singoli elementi tecnologici ritenuti mal funzionanti e che la loro sostituzione con altri maggiormente performanti sia la soluzione al problema del contenimento energetico. Tali proposte operative, essendo effettuate in maniera indipendente sull'elemento tecnologico ritenuto obsoleto, vengono effettuate non curandosi del fatto che ognuno degli elementi appartenenti ad un edificio storico, seppure abbia un comportamento omogeneo, non sempre può essere estrapolato dal suo contesto senza compromettere l'intero funzionamento climatico dell'edificio proprio come avviene per un sistema<sup>1</sup>: *"[...] Un sistema edificio, nel caso degli edifici antichi, è da considerarsi un sistema dinamico per il quale interventi tecnologici*

---

<sup>1</sup> Occorre specificare la definizione di sistema per comprendere meglio il riferimento all'architettura: "un sistema è un insieme di unità interagenti che sono in relazione tra loro. La parola 'insieme' implica che le unità che lo compongono abbiano proprietà comuni, il che è essenziale e ai fini dell'interazione e relazione tra esse. Lo stato di ciascuna unità è vincolato, coordinato, o dipendente dallo stato delle altre unità. [...] L'operazione che si può applicare alla somma di queste unità dà un valore che è maggiore del valore che si ottiene applicando quell'operazione alla somma di quelle unità prese singolarmente" in V. DE ANGELIS, LA logica della complessità. Introduzione alla teoria dei sistemi, Milano, 1996, p.4. Da questa definizione matematica è possibile comprendere che, se consideriamo un edificio come "insieme di unità" e non come "somma di unità", allora non possiamo trascurare le relazioni di interazione che intercorrono tra le sue parti.



*ispirati al concetto di macchina e di riparazione per singoli componenti sono assolutamente inadeguati"*<sup>2</sup>.

Occorre quindi avere una visione sistemica del manufatto e dell'architettura in genere<sup>3</sup>, valorizzando il contributo dell'edificato storico in ogni sua parte. *"In effetti il moderno restauro, in seguito a un lavoro di affinamento plurisecolare, ha definito scientificamente il proprio statuto e ha aggiunto un elevato livello di rigore storico-critico, rifiutando sia gli eccessi del 'pan-conservatorismo' sia quelli della disinvolta 'riprogettazione' o del mero 'adeguamento' funzionale e prestazionale del manufatto edilizio. Tale riflessione ha chiarito che il restauro non è cieco alle ragioni d'una 'lecita modificazione' del bene né alla dialettica conservazione-sviluppo"*<sup>4</sup>.

Ritenere invece il funzionamento dell'intero edificio dal punto di vista della risposta energetica offerta comporta conoscere le tecniche costruttive del passato per rivisitare in chiave moderna soluzioni che traggono spunto dalla conoscenza empirica tipica del mondo preindustriale. Così come è stato giustamente affermato *"il principale valore che noi assegniamo a molti edifici e siti storici risiede nella loro capacità di testimoniare i cambiamenti della società che li ha prodotti e che, oggi, si assume l'onere e la responsabilità di trasmetterli, il più possibile integri, alle generazioni future"*<sup>5</sup>, allo stesso modo è possibile considerare oggi la questione del risparmio energetico negli edifici storici come il campo di applicazione di quegli stessi principi conservativi che attendono alla conservazione della preesistenza prima della sua ottimizzazione energetica. Certamente questa non vuole essere una deroga per non intervenire né tanto meno la negazione alla domanda di necessità dell'utente di rispondere al disagio insediativo dovuto all'inadeguatezza della gran parte degli edifici storici al livello di comfort contemporaneo, anche a causa dei frequenti fenomeni di obsolescenza tecnologica. Eppure accanto al soddisfacimento dei requisiti tecnici e prestazionali di comfort, richieste dalle consuetudini di vita odierne, si pone quello dei non meno importanti requisiti storico-conservativi.

<sup>2</sup> DELLA TORRE S., MINATI G., *Conservazione e manutenzione del costruito*, in «Il progetto sostenibile», 2004, n. 2, p.15.

<sup>3</sup> "Talora, e non solo in architettura, può esserci il rischio di considerare sostenibili fenomeni unicamente omogenei, lineari, deterministicamente prevedibili rispetto ad assetti precedenti, e riducendo in tal maniera assunzioni concettuali di sostenibilità a finalità puramente omologative. L'approccio sistemico invece contempla l'incertezza, accanto alla prevedibilità dei fenomeni e anche l'incoerenza e la non rappresentabilità secondo determinati modelli interpretativi" in V. DI BATTISTA, G. GIALLOCOSTA, G. MINATI, *Architettura e approccio sistemico*, Monza, 2006, p. 67.

<sup>4</sup> G. CARBONARA, *L'integrazione possibile fra impianti e restauro*, in G. DALL'O' (a cura di), *Gli impianti nell'architettura e nel restauro*, Roma 2003, Introduzione p. 20.

<sup>5</sup> R. PICONE, *Conservazione e accessibilità: il superamento delle barriere architettoniche negli edifici e nei siti storici*, Napoli, 2004, p. 21.

Emerge quindi la necessità di acquisire un approccio che consenta di mettere in campo le ragioni d'uso dell'utenza e quelle del restauro cercando di prendere delle decisioni che diano il giusto peso ad ognuna delle parti senza necessariamente giungere a soluzioni assolute, lasciando eventualmente aperte quelle questioni irrisolte al panorama delle diverse strategie possibili. *"D'altra parte soltanto un approccio profondamente consapevole del carattere complesso del problema potrà modificare l'atteggiamento dei cultori del restauro, e portarli a privilegiare gli aspetti meta-estetici, passaggio fondamentale per chi si occupa di sostenibilità e chi di restauro, e per superare un'impostazione di tutela passiva. Il patrimonio non è un vincolo, ma un'opportunità, che per essere attuata deve essere compresa come tale"*<sup>6</sup> È evidente come un simile orientamento, che dà valore sia alle esigenze d'uso che alla massimizzazione della permanenza, debba opporsi alla semplice verifica di inadeguatezza dell'esistente rispetto agli standard, attitudine costituente la prassi progettuale di intervento sul costruito contemporanea.

Queste riflessioni ci inducono dunque a collocare il tema dell'efficientamento energetico degli edifici storici tra i nodi centrali del progetto di restauro dei nostri giorni così come lo sono state in passato le tematiche del superamento delle barriere architettoniche, della riduzione del rischio sismico e della prevenzione degli incendi. L'esperienza maturata in questi settori ha indirizzato la più sensibile riflessione verso la mutazione di concetti e criteri in grado di favorire la ricerca di soluzioni compatibili con le esigenze della conservazione. Si tratta quindi di utilizzare una serie di concetti "nomadi", riprendendo i percorsi e le metodologie che discipline affini hanno seguito nel tentativo di assecondare le specifiche qualità ed i livelli di prestazione che contraddistinguono l'edilizia storica, senza stravolgerne il comportamento per il soddisfacimento di standard concepiti per la costruzione del nuovo<sup>7</sup>. Per questo, dunque, è utile non dimenticare le acquisizioni teoriche provenienti da questi ambiti contigui ritrovandovi criteri d'intervento e metodologie di approccio esportabili nell'ambito del tema di ricerca. *"E questo per trovare soluzioni operative, ma anche per potere poi, in prospettiva, isolare i nodi problematici della questione che non può essere limitata ai risvolti formali dell'accostamento tra vecchio e nuovo, né alla questione meramente*

<sup>6</sup> DELLA TORRE S., MINATI G., *op. cit.*, p.16.

<sup>7</sup> Si tratta, come è stato osservato, *"di un lavoro non di meccanica e spesso devastante rispondenza ai dettati di legge ma d'aggiustamento e discussione sulla concreta realtà materiale e figurale del bene stesso; vale a dire tramite un'opera di ottimizzazione e di continuo temperamento d'istanze, anche diverse, tutte meritevoli e tutte sostenute da leggi dello Stato parimenti ordinate"*. G. CARBONARA, Testo della lezione tenuta alla X edizione del corso post-lauream "Progettare per tutti senza barriere architettoniche", Roma 2002 ([www.progettarepertutti.org](http://www.progettarepertutti.org)).

*pratica dell'inserimento di funzioni nuove in organismi architettonici antichi, ma deve essere portata sul piano, propriamente politico, del rapporto tra memoria collettiva e progresso sociale, perché è su tale piano che trova fondamento la scelta stessa del conservare, e quindi di inserire la permanenza delle "strutture dello spazio antropico" tra i parametri su cui valutare la sostenibilità dello sviluppo"*<sup>8</sup>.

Il primo, fondamentale, concetto che la riflessione di settore ha prontamente recepito è quello di miglioramento, contrapposto a quello dell'adeguamento a livelli di standard e prestazioni concepiti per le nuove costruzioni. A questa categoria di intervento si affianca quella della riparazione o Intervento locale, comprendente gli interventi di miglioramento che interessano una porzione limitata della costruzione. La trasposizione di tali concetti all'efficientamento energetico dell'esistente consente di evitare interventi inutilmente invasivi, con sostituzioni indiscriminate di fragili componenti materiche dell'edificato storico, cui, peraltro, non sempre consegue il raggiungimento di livelli di prestazione energetica sensibilmente diversi da quelli raggiungibili con più puntuali e calibrati interventi di riparazione e miglioramento.

Risulta immediato, a questo punto, il riferimento al percorso seguito dalle normative sul superamento delle barriere architettoniche, sulla riduzione del rischio sismico e sulla prevenzione degli incendi, che, nel corso dei decenni, sono passate da un approccio prescrittivo, ovvero di adeguamento alla norma, ad uno prestazionale maggiormente rispettoso delle caratteristiche dei manufatti storici in quanto ne tiene in considerazione il comportamento in uso.

Per quanto riguarda le barriere architettoniche la legge in vigore, risalente al 1989<sup>9</sup>, ha come finalità quella di garantire accessibilità, visitabilità o adattabilità<sup>10</sup> all'edilizia privata di nuova costruzione, agli edifici di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, agli edifici sottoposti a totale ristrutturazione. La legge n. 104 del 1992 estende l'obbligo di adeguamento a *"tutte le opere edilizie riguardanti edifici*

<sup>8</sup> R. PICONE, *op. cit.*, p. 21.

<sup>9</sup> Legge n. 13, 9 gennaio 1989 integrata e modificata dal D.P.R. n. 503 1996.

<sup>10</sup> All'art. 2 del decreto 236 del 1989 si legge: "a) per accessibilità si intende la possibilità, anche per persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di raggiungere l'edificio e le sue singole unità immobiliari e ambientali, di entrarvi agevolmente e di fruirne spazi e attrezzature in condizioni di adeguata sicurezza e autonomia.

b) per visitabilità si intende la possibilità, anche da parte di persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di accedere agli spazi di relazione e ad almeno un servizio igienico di ogni unità immobiliare. Sono spazi di relazione gli spazi di soggiorno o pranzo dell'alloggio e quelli dei luoghi di lavoro, servizio ed incontro, nei quali il cittadino entra in rapporto con la funzione ivi svolta.

c) per adattabilità si intende la possibilità di modificare nel tempo lo spazio costruito a costi limitati, allo scopo di renderlo completamente ed agevolmente fruibile anche da parte di persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale".

*pubblici e privati aperti al pubblico*". Per la prima volta, inoltre, veniva introdotta una normativa a carattere prestazionale, più tardi estesa anche agli edifici pubblici con la legge 104 del 1992 ed il D.P.R. 503 del 1996, che avrebbe ispirato una significativa riflessione sul tema dell'accessibilità nel settore della tutela e del restauro, anche alla luce dei più recenti orientamenti teorici della disciplina della conservazione. Essa introduce per gli edifici sottoposti a vincolo la possibilità del ricorso alla deroga specificando che il raggiungimento dell'obiettivo può essere realizzato con opere provvisorie. Il corpo normativo non è più finalizzato alla risoluzione del problema mediante norme rigide, bensì punta alla ricerca di possibili soluzioni tecniche volte alla risoluzione del problema tramite la proposta di indicazioni specifiche o esempi applicativi di cui fornisce il dettaglio anche negli aspetti dimensionali. L'elencazione dei casi studio proposti non intende indicare delle soluzioni esclusive bensì vuole essere uno strumento, un suggerimento nella ricerca di modi diversi per il superamento delle barriere.

In campo di legislazione antincendio già dai primi anni novanta la normativa<sup>11</sup> ha previsto provvedimenti specifici attraverso la definizione di *sicurezza equivalente*<sup>12</sup> per gli edifici tutelati. Le ipotesi progettuali potranno allora essere una *"combinazione di provvedimenti quali riduzione o migliore distribuzione del carico di incendio, protezione del percorso di esodo, definizione di procedure specifiche per l'evacuazione di persone disabili, incremento del personale addetto alla gestione delle emergenze, miglioramento della sua formazione, efficace informazione degli utenti e limitazione del loro affollamento, miglioramento della segnaletica e illuminazione, del sistema di allarme, aumento dei suoi punti di attivazione, ecc. tutte aventi una ricaduta positiva sulla probabilità (prevenzione) che si verifichi l'evento individuato o sull'entità dei suoi effetti (protezione)"*.<sup>13</sup>

Per quanto riguarda l'evoluzione delle normative in materia di riduzione del rischio sismico<sup>14</sup> si può descrivere un percorso che ha visto il passaggio da normative che

<sup>11</sup> D.M. n. 569, 20 maggio 1992, Regolamento contenente norme di sicurezza antincendio per gli edifici storici ed artistici destinati a musei, gallerie, esposizioni e mostre; D.P.R. n. 418, 30 giugno 1995, Regolamento concernente norme di sicurezza antincendio per gli edifici di interesse storico artistico destinati a biblioteche ed archivi.

<sup>12</sup> Il D.P.R. n. 577, 29 luglio 1982, "Approvazione del regolamento concernente l'espletamento dei servizi antincendi" stabilisce il concetto di sicurezza equivalente che valuta la possibilità di derogare sul completo adeguamento a norma, introducendo però misure alternative atte a ridurre le probabilità di incendio, controllandone le cause e limitandone gli effetti.

<sup>13</sup> P. BERTOLDO, La valutazione della sicurezza equivalente nel progetto di conservazione, in "Tema", n. 1, 2001, p. 14.

<sup>14</sup> Per un excursus normativo sulla tematica del rischio sismico nel patrimonio culturale si veda R. BALLARDINI, *Normativa tecnica. Regole del restauro, sicurezza e livelli di rischio accettabili*, in ASS.I.R.C.CO,

imponessero l'abbattimento *tout court* di tutte quelle strutture non in grado di rispondere a prestazioni di sicurezza analoghe a quelle offerte dalle nuove costruzioni, a normative orientate alla valutazione di soluzioni più calibrate e più attente alle specificità del caso reale. Attraverso il concetto di miglioramento, si invita il progettista a trovare di volta in volta soluzioni che implementano la sicurezza dell'edificio rispettandone il suo funzionamento strutturale.

L'analisi del processo metodologico che ha condotto alla maturazione di tali concetti ci permette di constatare la necessità di passare dalla logica dell'emergenza a quella della prevenzione e tutela *"Devono considerarsi come normali elementi di progetto quali la sicurezza, la solidità strutturale, il comfort termoigrometrico, le norme edilizie e urbanistiche, le disponibilità economiche, gli stessi principi-guida del restauro: distinguibilità, reversibilità, compatibilità fisico-chimica, autenticità espressiva. Il tutto diventa più facile se si accetta una condizione progressiva e 'critica' del restauro (inteso come atto proprio del tempo presente) e non una congelante, regressiva linea di ripristino più o meno filologico o 'in stile'. Il restauro, infatti, guarda al futuro e non al passato"*.<sup>15</sup>

Analogamente a quanto avviene nel campo strutturale, la discretizzazione della fabbrica in macroelementi, intesi come elementi o parti architettoniche caratterizzate da una risposta autonoma e in sé coerente, potrebbe rappresentare una via per comprendere le specificità del comportamento energetico della costruzione storica, che, diversamente dalle nuove costruzioni, è prevalente passivo e basato su una elevata inerzia termica delle murature. La suddivisione in macroelementi, come ipotesi di lavoro funzionale ad una migliore comprensione del comportamento energetico, può anche consentire di operare per compensazione reciproca fra le parti della fabbrica nel rispetto dei vincoli dettati dal manufatto.

Migliorare la rispondenza energetica dell'edificio storico potrebbe quindi significare, per fare ancora un parallelo con la normativa antincendio, ragionare in termini di "prestazioni equivalenti" che non siano riferiti al "totale" ma ad un raggiungimento "parziale" degli obiettivi di efficienza energetica preposti dalla normativa.

Secondo tali principi la ricerca si è sviluppata per definire lo stato dell'arte degli interventi di miglioramento energetico degli edifici storici, al fine di verificare come sia possibile realizzare, nella maniera più efficace e secondo i principi sopra delineati, tali

---

V Congresso Nazionale, *Il restauro delle costruzioni tra le ragioni della conservazione e quelle della statica*, Orvieto, 22,23,24 Maggio 1997, Roma, 1997, pp. 159-194.

<sup>15</sup> Si veda G. CARBONARA, Testo della lezione tenuta alla X edizione del corso post-lauream "Progettare per tutti senza barriere architettoniche", Roma 2002 (dal sito [www.progettarepertutti.org](http://www.progettarepertutti.org)).



interventi negli edifici storici. Un edificio di valore storico-architettonico impone alcuni vincoli per un intervento di restauro in generale e di miglioramento energetico in particolare, che nascono dalle caratteristiche geometriche, tipologiche e materiche di tale manufatto; è pertanto utile individuare i gradi di vincolo che tali manufatti possono presentare per poter valutare la compatibilità di ogni singolo intervento. Tali vincoli non sono restrittivi dal punto di vista delle operazioni da effettuare sui beni, bensì fungono da aiuto nell'impostazione degli interventi di contenimento e miglioramento energetico, in quanto mettono in evidenza tutte le caratteristiche testimoniali da tutelare.

Da queste considerazioni emerge la necessità di fornire degli indirizzi di metodo per gli operatori di settore e uno strumento di controllo per le amministrazioni comunali su quelle operazioni che molto spesso, ricadendo all'interno di interventi di manutenzione ordinaria, vengono effettuate senza alcuna supervisione, comportando gravi perdite per il patrimonio storico-documentario dei centri storici.

Secondo questo iter, e ragionando per macro-elementi, si vuole dare una panoramica generale delle operazioni di miglioramento energetico su queste parti omogenee dell'edificio che presentano una risposta energetica coerente rispetto al contesto, valutandone contemporaneamente il contributo e il grado di compatibilità e reversibilità. L'individuazione preliminare dei vincoli che un elemento impone, supportati da studi specifici in fase di intervento su ogni particolare manufatto per rendere l'elencazione effettivamente calzante alla specifica situazione, costituisce un importante supporto alle scelte degli utenti nonché alla possibilità di controllo della correttezza del progetto proposto agli organismi preposti alla tutela del patrimonio culturale.

Operando in questa maniera non si vuole fornire all'utenza una serie di ricette pronte all'uso nella logica dei manuali di recupero<sup>16</sup>, bensì, nel tentativo di studiare il funzionamento energetico degli elementi costituenti il manufatto storico, si vuole proporre una logica di intervento che naturalmente, come per ogni progetto di restauro, necessita di un adeguato processo conoscitivo che si fondi su una modellazione attenta alle caratteristiche del manufatto valutando di volta in volta i limiti dell'intervento caso per caso. Poiché però *"l'intervento sull'edilizia storica dei centri urbani, tuttavia, pur avendo grande bisogno del supporto della diagnostica e, quindi, della ricerca scientifica,*

---

<sup>16</sup> In questo caso i manuali di recupero vengono intesi come *"prontuari ricchi di soluzioni predefinite e di rigide tipologie d'intervento a cui corrisponde il progressivo annichilimento progettuale di numerosi tecnici che trasformano l'originario intento conservativo, realizzabile esclusivamente tramite atti tecnici culturalmente e criticamente consapevoli, in una prassi quotidiana di restauri acritici inevitabilmente falsificatori e distruttivi"*. S. TINÈ (a cura di), *Premessa, Codice di pratica professionale per il restauro delle fronti esterne degli edifici. L'esperienza di Ortigia*, Palermo 2001 p. 13.

*rischia di non avvalersi, per evidenti limiti sia di tempo che di spesa, di singole indagini da condurre 'caso per caso'. Occorre, quindi, mettere a punto un metodo d'indagine che consenta alla ricerca scientifica di esprimere pareri utili per un più ampio numero di casi"*<sup>17</sup>. Su questa linea di indirizzo si intende quindi di seguito proporre delle indicazioni metodologiche che abbiano carattere di orientamento finalizzate al miglioramento energetico degli edifici con particolare riferimento al caso studio di Piazza Armerina.

---

<sup>17</sup> S. TINÈ (a cura di), *op. cit.*, p. 21.

#### 4.1. Linee guida per il miglioramento energetico negli interventi di conservazione dei centri storici : Il caso studio

##### Premessa

Seppure la tematica del miglioramento energetico degli edifici storici sia, da qualche anno, oggetto del dibattito nel campo del restauro, è opportuno rilevare come questo sia rimasto al livello teorico ad eccezione di alcuni interventi su edifici monumentali<sup>18</sup> in cui l'azione si è rivolta soprattutto alla salvaguardia di affreschi o apparati decorativi messi a rischio dalla presenza dell'umidità o dalle inadeguate condizioni micro-climatiche interne. Per quanto riguarda il patrimonio di edilizia "diffusa" invece, ci troviamo ad assistere sempre più spesso a operazioni di manomissione, spesso mutilanti e irreversibili, che, prive di ogni supervisione e controllo (poiché l'apparato normativo non lo prevede), portano sempre più alla perdita di una parte importante del patrimonio di cultura materiale che caratterizza gran parte dei centri storici italiani. Questo patrimonio, costituito sostanzialmente da manufatti dell'insediamento umano, *[...] è il risultato di attività pratiche che tendono a realizzare un'arte di vivere, un'arte di fabbricare [...] ne consegue che i loro esiti non reclamano di essere considerate opere d'arte, postulano, a volte, di essere tutelate per la loro importanza testimoniale e, ancor più per il loro appartenere ad una struttura.*<sup>19</sup> E' utile richiamare un concetto espresso da Giulio Carlo Argan in merito al patrimonio e riportato da Miarelli : *"Non si può parlare di patrimonio nel senso di una ricchezza che si è ricevuta in eredità, si amministra e si tramanda [...] E' fatale che, quando un patrimonio non rende si cerchi di liquidarlo: è quello che si sta allegramente facendo. E i più solleciti a disfarsene sono proprio i titolari:*

<sup>18</sup> Si fa riferimento ai numerosi testi riguardanti il controllo microclimatico delle chiese e dei musei per la conservazione delle opere d'arte: D. CAMUFFO, *Microlimate for Cultural Heritage*, Amsterdam 1998; D. CAMUFFO, *Il riscaldamento delle chiese e la conservazione dei beni culturali. Guida all'analisi dei pro e dei contro dei vari sistemi di riscaldamento*, Milano, 2007; Il progetto europeo per lo studio del microclima interno alle chiese per il benessere degli utenti e la conservazione dell'opere d'arte, guidato da D. CAMUFFO e coordinato dal CNR-ISAC di Padova, chiamato *Friendly Heating: both comfortable for people and compatible with conservation of art works preserved in churches*. Sullo stesso indirizzo anche l'intervento all'interno della chiesa di S. Stefano a Lentate in D. DEL CURTO, C. MANFREDI, G. PERTOT, V. PRACCHI, E. ROSINA, L. VALISI, *Prevenire il degrado da umidità dopo il restauro. Soluzioni impiantistiche per il controllo del microclima presso l'Oratorio di S. Stefano a Lentate sul Seveso*, in Biscontin G., Driussi G., (a cura di), *Pensare la prevenzione, manufatti, usi, ambienti*, Atti del XXVI Convegno "Scienza e Beni Culturali" (Bressanone, 13-16 luglio 2010), Venezia 2010. D. DEL CURTO, M. FRATELLI (a cura di), *Edifici storici e destinazione museale. Conservazione degli edifici e delle opere d'arte. Progetti per il restauro e l'integrazione di impianti esistenti*, Il Prato, Padova, 2010

<sup>19</sup> G. MIARELLI MARIANI, *Centri storici, Note sul tema*, Roma, 1992, p.13.

*le più oltraggiose violazioni dei centri storici sono state autorizzate, spesso caldegiate proprio da quelle autorità locali che avrebbero dovuto essere depositarie [...] E' più serio dire che i beni culturali non sono di nessuno, e non sono beni. Sono l'oggetto di una ricerca scientifica e la scienza è la struttura della cultura contemporanea*<sup>20</sup>. Risulta, quindi, necessario il riconoscimento degli oggetti edilizi come prodotti del saper fare e testimonianza di una cultura pratica ormai perduta. *"Riconoscere un oggetto non tanto come opera d'arte, ma come prodotto del fare, significa probabilmente scegliere la semiosi invece dell'astanza,[...]. Il tema vero è peraltro quello della condivisione di una modalità di conoscenza che porti al riconoscimento di cose che non recano il crisma dell'artisticità"*<sup>21</sup>.

Le conoscenze in ambito della tecnologia dei materiali moderni, con particolare riferimento alle qualità dei materiali per la bioedilizia, ci permettono di ritrovare nei materiali utilizzati nell'edilizia storica le stesse proprietà di compatibilità, durabilità, sostenibilità, propri dei più moderni materiali sostenibili. La moderna bioedilizia utilizza materiali ecologici e non inquinanti, che cercano di ridurre e limitare il più possibile il consumo di energie non rinnovabili, di salvaguardare l'ambiente, di ridurre i costi di esercizio e di manutenzione. La stessa descrizione potremmo utilizzare per i materiali storici della proto-bioedilizia come gli intonaci a base di calce, i solai e le coperture in legno, i controsoffitti incannucciati, le terre crude, i laterizi cotti e forgiati a mano; materiali che sfruttano le risorse locali, che sono compatibili, che riducono le emissioni inquinanti e i consumi energetici etc.. Tutte queste qualità sono quelle che occorre conservare ottemperando, contemporaneamente, alle esigenze di benessere microclimatico interno per gli utenti e all'esigenza di riduzione dei consumi energetici di interesse globale.

La sola adozione di materiali sostenibili non garantisce, tuttavia, la sostenibilità del sistema che è frutto, invece, di un insieme complesso di equilibri che, nel caso di un edificio storico, sono spesso una qualità ed una risorsa da salvaguardare. Le costruzioni tradizionali presentano molto spesso principi costruttivi naturalmente coerenti con i criteri della sostenibilità sul piano dei materiali (reperimento e lavorazione delle materie

<sup>20</sup> G.C. ARGAN, *Il governo dei beni culturali*, in «Storia dell'Arte» n. 19, 1975, p. 190.

<sup>21</sup> S. DELLA TORRE, *Gli studi sulle tecniche costruttive: un bilancio*, in C. VARAGNOLI (a cura di), *Muri parlanti, Prospettive per l'analisi e la conservazione dell'edilizia storica*, Atti del Convegno (Pescara 26-27 Settembre 2008), Firenze 2010, p. 12.

prime), su quello delle logiche distributive e di inserimento dell'edificio nel contesto ambientale (esposizione, orientamento, raccolta delle acque meteoriche). Intervenire sull'esistente coniugando insieme i principi della sostenibilità e quelli sopraordinati della conservazione comporta l'adozione di una logica progettuale rivolta sia alla ricerca della compatibilità dei nuovi apporti, sia alla valorizzazione delle risorse di cui l'edificio dispone, al "miglioramento" delle prestazioni. Il modello per la valutazione della sostenibilità ambientale degli edifici introdotto nel 2004 con il protocollo Itaca<sup>22</sup> segue una logica prestazionale che risulta senz'altro interessante ai fini dell'intervento sui manufatti storici, sui quali non è possibile operare in termini di radicale ed acritico "adeguamento" agli standard dell'edilizia corrente. Intervenire secondo una logica prestazionale, opposta ad una logica puramente prescrittiva, di soddisfacimento di standard generalisti, permette di costruire un processo progettuale fondato sulla lettura dell'esistente, sulla sua valutazione in funzione di specifici indicatori, sulla prefigurazione degli scenari possibili in cui le diverse esigenze trovino coerente composizione, sulla individuazione, infine, delle opportune strategie di intervento: un percorso progressivo in cui le scelte non vengono normativamente imposte, ma criticamente derivate dalla conoscenza dell'esistente. La complessità del costruito storico impone quindi di modulare adeguatamente i livelli prestazionali richiesti al fine di evitare interventi fortemente invasivi che modifichino il funzionamento climatico originario dell'edificio.

---

<sup>22</sup> Il protocollo Itaca è un sistema di valutazione della sostenibilità energetico-ambientale degli edifici introdotto ed approvato nel 2004 dal Gruppo di Lavoro Interregionale in materia di Bioedilizia con lo scopo di formulare una serie di regole condivise a livello nazionale per la definizione di progetti con caratteristiche di bioedilizia.



## **Indicazioni metodologiche ed indirizzi per gli interventi di miglioramento energetico negli edifici storici.**

Le indicazioni metodologiche e gli indirizzi qui di seguito illustrati hanno carattere di orientamento per gli interventi di miglioramento energetico dell'edilizia diffusa nel centro storico, con particolare riferimento al caso studio di Piazza Armerina, ma nella volontà di costruire una griglia metodologica adattabile ad altri centri minori con caratteristiche di valore ambientale similari. L'esigenza di fornire degli strumenti operativi di guida per gli operatori del settore restauro vuole rispondere alla necessità di intervenire sul costruito storico esistente in termini di efficientamento energetico secondo la logica conservativa. Partendo dal dato di fatto che la conservazione dell'identità dei centri storici in esame può essere garantita solo attraverso la conservazione del dato materiale, essa richiede, da una parte, interventi conservativi di alto profilo qualitativo, ma dall'altra esige la ricerca di metodi e tecniche di intervento alternative alle pratiche diffuse di sostituzione e rinnovamento dei componenti energeticamente obsoleti. In questo senso, la giusta commisurazione dell'intervento nell'ottica del miglioramento delle prestazioni energetiche, può portare a soluzioni compatibili con le caratteristiche costruttive e morfologiche del manufatto storico attraverso l'utilizzo degli strumenti pertinenti alla conservazione ovvero il minimo intervento, la durabilità, la compatibilità, la reversibilità, la distinguibilità. L'approccio di metodo sotteso a questo iter di studio si sviluppa attraverso vari livelli di conoscenza del manufatto che vanno dal comportamento dell'edificio rispetto al suo contesto ambientale, fino al comportamento termico del singolo componente che lo costituisce.

In relazione al caso studio preso in esame è possibile effettuare alcune riflessioni sui risultati raggiunti a seguito del processo di conoscenza dell'isolato, delle tecniche costruttive presenti e maggiormente diffuse all'interno del centro storico, delle caratteristiche geometriche – costruttive - morfologiche – energetiche dell'edificio campione, nel tentativo di proporre delle indicazioni operative per gli interventi di miglioramento energetico su edifici appartenenti agli aggregati urbani minori. L'indagine, in relazione alla metodologia impostata, sceglie di concentrare l'attenzione sull'edilizia diffusa dei centri storici, ovvero quell'insieme del costruito che risulta realizzato con tecniche costruttive tradizionali, secondo la tradizione costruttiva e i materiali locali e

quindi in precedenza all'uso del calcestruzzo (anche se abitualmente all'interno dei centri storici si ritrovano molto spesso edifici interamente ricostruiti o integrazioni realizzate secondo le tecnologie costruttive post-industriali).

E' stato già sottolineato come il funzionamento dell'edificio, ancor di più se antico, segua la logica sistemica in cui ogni parte è in stretta relazione con le altre, così da poter essere difficilmente estrapolata. Questa specificità dell'edilizia storica è stata rivelata nella fase di analisi dell'edificio campione laddove risultava difficile calcolare il comportamento energetico di un singolo componente non tenendo conto dell'interferenza delle altre componenti indispensabili a delineare le condizioni microclimatiche interne all'edificio stesso. Al fine di ottenere dei dati oggettivi di misurazione sul comportamento energetico dell'edificio storico si è reputato necessario considerare, analogamente a quanto avviene in campo strutturale, la scomposizione della fabbrica in macro-elementi, intesi come parti architettoniche caratterizzate da una risposta energetica autonoma, constatando il fatto che il comportamento energetico della costruzione storica risulta essere prevalente passivo e basato su una elevata inerzia termica delle murature. Tale ipotesi di lavoro è stata utile a comprendere il comportamento energetico del manufatto in esame consentendo la compensazione reciproca fra le parti della fabbrica, modulando l'intervento sia in funzione dei vincoli presenti, sia in relazione alle diverse condizioni di conservazione ed alle trasformazioni intervenute nel tempo.

La logica sistemica a cui obbedisce l'edificio storico si ripercuote inevitabilmente anche nella fase dell'intervento. E' utile sottolineare la necessità di operazioni che coinvolgano, in funzione dei maggiori gradi di libertà e dei limiti della conservazione, tutte le componenti dell'edificio che giocano un ruolo importante nel bilancio energetico globale. Oggetto delle Linee Guida, dal punto di vista delle indicazioni per il miglioramento energetico ai fini della conservazione, sono dunque tutte le componenti che concorrono alla definizione dell'involucro edilizio, contribuendo al comportamento energetico dell'edificio, ma che contemporaneamente concorrono a caratterizzare l'aspetto consolidato del centro abitato di Piazza Armerina. Tali elementi sono così riassunti in: murature esterne, coperture, serramenti e, seppure non direttamente visibili dall'esterno ma determinanti nel contenimento energetico globale dell'edificio, solai controterra.

Operazioni effettuate ai fini dell'efficientamento energetico degli edifici, fino ad oggi legate all'iniziativa privata e senza alcun controllo da parte delle amministrazioni, devono essere adeguatamente indirizzate e coordinate da una regia pubblica ed orientate verso pratiche manutentive costanti e di impatto ridotto che risultino coerenti con le esigenze conservative più che con quelle meramente prestazionali.

Si propongono di seguito alcune linee di intervento<sup>23</sup>, meglio definibili come "buone pratiche", rivolte al costruito di edilizia "elencale" e non sulle emergenze del centro storico di Piazza Armerina, attraverso l'individuazione di una serie di interventi attuabili sulle componenti architettoniche dell'edificio per migliorarne le prestazioni energetiche nel rispetto delle esigenze di conservazione.

### **COPERTURE (Cod. A e B)**

Il sistema di coperture presenti nel centro storico di Piazza Armerina è caratterizzato da una forte omogeneità figurativa e cromatica ed è un elemento fortemente identificativo del paesaggio urbano. Il sistema delle coperture tradizionali è quello a falde con manti di copertura in coppi e canali, comune tanto all'edilizia monumentale e di pregio, quanto a quella minore. I caratteri costruttivi delle coperture



Ortofoto aerea dell'isolato studiato in cui si evidenzia il sistema delle coperture a falda.

<sup>23</sup> Le linee guida si sviluppano in accordo con le disposizioni del piano di recupero del prof. Giuseppe Dato.

piazzesi sono state precedentemente descritte<sup>24</sup>. Dall'esame condotto sul centro storico di Piazza ed in particolare sul quartiere Monte, è stato possibile evidenziare come tale sistema si sia sostanzialmente conservato, anche se episodicamente si segnalano casi di rifacimento delle coperture o trasformazione in terrazze piane (come nel caso del blocco aggiunto nell'edificio oggetto dell'approfondimento), spesso ulteriormente dotate di sistemi di copertura provvisoria, con materiali di produzione industriale estranei al contesto storico (eternit, ondulati plastici o metallici, ecc.).

Dal punto di vista energetico, il sistema di copertura a falda risulta essere, per materiali, morfologia e comportamento energetico, già di per sé estremamente sostenibile. Nella maggior parte dei casi però questo sistema, per via della povertà di soluzione o per lo stato di conservazione, presenta numerosi problemi di infiltrazioni dovuti alla mancanza di uno strato impermeabilizzante o alla scarsa tenuta del tavolato sottostante. In questi casi, sono da preferirsi operazioni di riqualificazione, revisione ed eventuale miglioramento tecnologico delle strutture portanti e dei manti di copertura. Dal punto di vista del miglioramento energetico, gli scenari di intervento proposti<sup>25</sup> riguardano la possibilità di inserire strati di coibentazione in aggiunta al pacchetto della copertura in varie posizioni a seconda delle caratteristiche dell'elemento in esame.

In presenza di coperture ben conservate, è possibile optare per soluzioni che prevedano l'inserimento dell'isolante all'intradosso della struttura (interventi cod. A.4). Questa tipologia di intervento, oltre a non comportare un aumento della quota di copertura, non prevede lo smontaggio ma solo la manutenzione della struttura lignea. Lo spessore dell'isolante da inserire è vincolato all'altezza delle travi. Per la scelta della tipologia di isolante le schede riferite a tale categoria di intervento mostrano la combinazione dei diversi scenari in merito ai guadagni energetici, il costo e il grado di soddisfacimento dei requisiti di compatibilità e reversibilità dell'intervento. Qualora la copertura originaria non fosse visibile dall'intradosso, per la presenza di un controsoffitto crollato, si può scegliere di riproporre l'inserimento del controsoffitto (interventi cod. A.5), mantenendo lo stesso grado di soddisfacimento dei requisiti di compatibilità e reversibilità dell'intervento, ma incrementando notevolmente il risparmio energetico a fronte un discreto aumento dei costi.

<sup>24</sup> Per le coperture, ma anche per gli altri elementi architettonici analizzati dal punto di vista costruttivo e materico si rimanda al par. 3.1.3.

<sup>25</sup> Per la descrizione specifica di ogni scenario di intervento si rimanda alle *Schede di calcolo strumentale per la valutazione degli interventi* al paragrafo 3.2.4.

Nel caso di coperture fortemente compromesse o degradate, laddove sia necessario lo smontaggio della stessa, si prevede il riutilizzo di tutti gli elementi rimossi che siano ancora in buono stato di conservazione. Le integrazioni dovranno essere effettuate mediante utilizzo di elementi di recupero dello stesso tipo e cromia di quello esistente. Per le tecniche di coibentazione è possibile riferirsi alle tipologie di intervento cod. A.1-A.2-A.3. La scelta tra queste tipologie dipenderà dalla possibilità di incrementare la quota di copertura del manufatto in esame.

Per le coperture dotate di controsoffitti voltati o piani è già stato evidenziato come questi abbiano la funzione di trasmettere minore flusso di calore laddove si trovino sopra i vani non riscaldati. Il loro mantenimento comporta certamente un guadagno energetico per l'edificio. Qualora si volesse intervenire per aumentare il livello di coibentazione interna del vano coperto con incannucciato è possibile inserire uno strato di isolante all'estradosso del controsoffitto nel caso di rifacimento del solaio al di sopra, quando l'intercapedine tra quest'ultimo e il controsoffitto lo consentano.

Nel caso invece di coperture a terrazza, seppure all'interno del centro storico di Piazza Armerina siano presenti in poche eccezioni, le modalità di intervento presentano maggiori gradi di libertà. In questo caso si tratta di interventi recenti realizzati secondo la tecnologia post-industriale e quindi in cemento armato e laterizi. Le possibilità di intervento in questo caso sono molteplici e dipendono dalla possibilità di aumentare la quota di calpestio del solaio all'esterno intervenendo all'estradosso (interventi cod. B.1 - B.2) oppure, qualora si tratti di solai a terrazza calpestabili, si ha la necessità di intervenire all'intradosso inserendo uno strato di isolante che riduce inevitabilmente l'altezza dei vani interni. Le considerazioni fatte in precedenza sulla scelta della tipologia di coibentazione sono valide anche in questo caso. Per questa categoria di intervento non si danno particolari prescrizioni se non l'impossibilità di agire all'estradosso della struttura con sistemi estranei al contesto. Tra gli interventi proposti è contemplata anche la possibilità di creazione di un tetto giardino di tipo estensivo (intervento cod. B.4). Tale operazione, seppur inconsueta all'interno dei centri storici, si ritiene contribuisca a sottolineare il carattere di eccezione della copertura piana inserendosi all'interno del contesto in accordo con il sistema vegetativo che circonda il quartiere Monte.

In riferimento alla scala urbana, è possibile considerare come le scelte fatte sul singolo manufatto abbiano poi ripercussioni su tutto il sistema edilizio. Negli affacci all'interno del centro abitato, così come nelle vedute dall'alto della Piazza del Duomo, la forte omogeneità delle coperture diviene un elemento caratterizzante il paesaggio



urbano. Per tali ragioni sono da escludere le operazioni di integrazione di moduli fotovoltaici o tegole fotovoltaiche all'interno delle coperture piane o a falda poiché sono da ritenersi soluzioni estranee al contesto. Tali ragioni sono incrementate dai caratteri orografici del centro storico di Piazza Armerina che restituiscono, dalla Piazza Duomo posta nel punto più alto del quartiere Monte, la vista di tutto il nucleo antico. Si ritiene dunque che l'inserimento di schermature fotovoltaiche sia un'operazione che abbia immediate ripercussioni su tutto il centro urbano alterandone notevolmente il valore ambientale.

### MURATURE ESTERNE (Cod. C)



Paramento con muratura a vista



Finitura ad intonaco in alcuni edifici su Via Misericordia

La maggior parte degli edifici del centro storico di Piazza Armerina sono caratterizzati dalla presenza di paramenti murari a vista costituiti da bozze di pietrame grezzo miste a frammenti di laterizio per i ripianamenti o per colmare le discontinuità tra le bozze. Questa tipologia di murature è molto diffusa all'interno del contesto storico e caratterizza fortemente l'immagine del centro urbano. L'assenza di finitura ad intonaco non può essere sempre considerata intenzionale, ma è comunque da ritenersi il risultato di processi costruttivi prolungati nel tempo che ha già assunto i suoi caratteri di storicità.

Per le tipologie di tessitura muraria presente si rimanda allo studio effettuato nel paragrafo 3.1.3.

In corrispondenza dell'isolato oggetto dello studio, numerose sono invece le unità architettoniche che presentano una finitura superficiale a intonaco. L'armonico equilibrio fra finiture in pietra a vista e finiture ad intonaco costituisce uno dei caratteri distintivi dell'abitato. Tale equilibrio è frutto sia di una distribuzione omogenea dei due tipi di finitura all'interno del sistema urbano, sia della loro diffusa compresenza anche nel contesto del singolo edificio. Si riscontra inoltre come la presenza di isolati allungati e di unità abitative che presentano un solo prospetto su strada caratterizza fortemente la tipologia di trattamento delle superfici di facciata. Gli isolati disposti lungo le vie principali, come ad esempio il nostro che costeggia la via Misericordia su cui sono presenti le chiese di S. Martino e del Crocifisso, sono spesso dotati di intonaco, mentre quelli che definiscono le cosiddette "vanelle", considerati come di ordine secondario, sono spesso lasciati con il paramento in muratura grezza.

Sullo stesso isolato è possibile già riscontrare una gerarchizzazione degli affacci. Le unità edilizie dotate di un duplice affaccio presentano il prospetto su strada intonacato e quello sulla vallata privo di intonaco. Numerosi inoltre sono i casi di interventi di rimaneggiamento con l'utilizzo di intonaci cementizi o plastici, impiegati sia per riprese puntuali di lacune, sia come finitura estesa all'intera facciata. Tali pratiche di sostituzione dei materiali tradizionali con altri più moderni, ma soprattutto incompatibili con l'edilizia storica, sono molto frequenti all'interno del centro storico di Piazza, in particolar modo sugli edifici posti sulle strade principali i quali sono per la maggior parte adibiti ad abitazioni private. È facile riscontrare, invece, come le unità più interne al quartiere siano maggiormente conservate. Queste infatti sono per la gran parte disabitate a causa della loro posizione difficilmente raggiungibile dalle auto e alla loro difficoltà di adeguamento ai moderni standard abitativi.

La diversità di trattamento delle superfici esterne e quindi, di conseguenza, la tipologia di finitura presente sulle facciate degli edifici, circoscrive le tipologie di intervento anche nel caso di operazioni di miglioramento energetico.

Sotto il profilo energetico la presenza di murature in pietra, come è già stato ribadito altrove, connota fortemente il comportamento energetico dell'edificio. Gli ampi spessori e l'elevata inerzia termica delle murature sono elementi che agevolano il comfort interno, ostacolando il flusso di calore dall'esterno all'interno nei mesi estivi. Durante l'inverno invece, nonostante questi vantaggi, la presenza di umidità negli apparati murari,

caratteristica molto diffusa negli edifici antichi, e la discontinuità del materiale, unite all'innalzamento degli standard moderni di benessere termo-igrometrico interno agli ambienti, fanno sì che il sistema muratura non riesca da solo ad assolvere la sua funzione di "contenitore energetico". Per queste ragioni, avvalorate dai calcoli di simulazione energetica per il fabbisogno di energia nei mesi invernali, il sottosistema muratura analizzato è responsabile del quasi 50% delle dispersioni di calore. La similarità delle tipologie murarie presenti, nei materiali e negli spessori, ci permette di estendere tale descrizione energetica ai molti edifici del centro storico di Piazza Armerina. L'urgenza di intervenire sulla coibentazione delle murature proviene appunto da queste constatazioni confermate dai dati estrapolati dal calcolo termico.

In presenza di murature con paramento murario a vista si esclude la possibilità di inserire lo strato di isolamento all'esterno del manufatto (isolamento cosiddetto "a cappotto"). In questi casi le alternative di intervento rimangono vincolate alla possibilità di inserire all'interno della muratura lo strato di coibentazione, addizionato, qualora fosse possibile, da un'intercapedine areata, in relazione all'opportunità di aumentare gli spessori murari. Per queste tipologie di coibentazione interna è possibile confrontare le categorie di intervento C.1 e C.2. Gli scenari valutabili in entrambe le categorie riguardano la scelta della tipologia di isolante e quindi la diversità di grado di compatibilità in relazione al materiale selezionato. Nel repertorio di soluzioni maggiormente compatibili con l'edilizia storica si evidenziano i cappotti in fibra di legno o in incannucciati con argilla. Per attenuare il problema dei ponti termici dovuto alla discontinuità del materiale è consigliabile risvoltare lo strato di isolante in corrispondenza dei solai e delle pareti interne che si attestano sui muri esterni. Le prestazioni di una parete isolata dall'interno rispetto ad una dotata di cappotto esterno sono, a parità di spessore e tipologia di isolante, certamente inferiori, ma negli interventi sul costruito storico le ragioni della conservazione sono senz'altro preordinate quelle dell'efficientamento energetico. Le stesse considerazioni sono valide per gli edifici dotati di finitura a intonaco tradizionale a base di calce a cui si attribuisce valore storico testimoniale e che si intende conservare anche attraverso interventi di risarcitura e integrazione laddove necessario.

Nel caso di edifici la cui finitura esterna è frutto di interventi di rifacimento a base di intonaco cementizio o plastico è possibile, qualora si volesse, intervenire sull'esterno, prevedendo un sistema di cappotto all'esterno con le stesse possibilità di scelta di materiali valide per la posa all'interno delle murature. In questi casi, nel rifacimento dello strato di finitura esterna è opportuno l'utilizzo di un intonaco di tipo tradizionale a base di

calce. Sempre in questi casi e nell'impossibilità di applicare strati di ampio spessore sul prospetto, per via della discontinuità tra le facciate, è prevedibile, inoltre, la posa di un intonaco termoregolatore (termo-intonaco).

### **SOLAI CONTROTERRA (Cod. D)**

Per quanto riguarda gli orizzontamenti è già stato puntualizzato che i sistemi divisorii interni, sia verticali che orizzontali, tra locali riscaldati, non danno un contributo essenziale al bilancio energetico dell'edificio in quanto, come definito dai principi della termodinamica, ambienti alla stessa temperatura non scambiano calore. Fatta questa doverosa precisazione è da sottolineare come nel caso del solaio contro-terra il contatto con gli strati di terreno sottostanti comporta uno scambio termico considerevole. Occorre dunque valutare gli opportuni sistemi di isolamento in accordo alle esigenze della salvaguardia degli edifici storici e allo stato di conservazione dei pavimenti.

In presenza di pavimentazioni considerate di pregio e quindi di valore storico-artistico, eventualità molto rara nel caso dei centri storici minori dove le abitazioni presentano tecniche e materiali costruttivi molto semplici, e nel caso di pavimentazioni in buono stato di conservazione, si esclude qualunque tecnica di coibentazione dell'elemento solaio controterra.

Qualora ci si trovi in presenza di pavimentazioni fortemente compromesse o degradate è possibile agire, a seguito della rimozione dello strato di pavimentazione, attraverso diverse tipologie di intervento che prevedono l'inserimento dell'isolante all'estradosso. Nei casi in cui non è permesso l'innalzamento della quota di calpestio è possibile utilizzati isolanti a basso spessore (cod. D.1). Nel caso in cui è possibile aumentare la quota di calpestio occorre prendere a riferimento gli interventi D.2-D.3. Negli interventi di rifacimento della pavimentazione si può valutare la possibilità di inserire un sistema di impianto a pannelli radianti, laddove le condizioni morfologiche dell'edificio lo consentano. Nel caso studio in esame, l'assenza di pavimentazione dovuta all'uso dei piani terra come depositi di materiale e al forte degrado presente a causa del crollo di alcune strutture, ha consentito maggiori gradi di libertà nelle operazioni di miglioramento energetico, per via della mancanza di vincoli di conservazione materica.

## SERRAMENTI (Cod. E)

Il sistema degli infissi esterni presente nel centro storico di Piazza Armerina risulta, purtroppo, fortemente caratterizzato da frequenti fenomeni di sostituzione del serramento tradizionale in legno con uno moderno in alluminio anodizzato o in altri materiali. Numerosi sono i casi in cui questa operazione interessa anche edifici in cui i caratteri storici sono fortemente predominanti. E' utile rimarcare come, di frequente, i serramenti, considerati quasi non facenti parte del sistema edificio, sono spesso i primi elementi ad essere sostituiti in virtù del risparmio energetico, di una maggiore illuminazione, del rispetto degli standard di superficie per i ricambi d'aria o della sicurezza degli utenti, tralasciando il valore di autenticità e di compatibilità con il contesto circostante. La loro intrinseca fragilità ha portato, molto spesso, a considerarli veri e propri "elementi di sacrificio" per la riduzione dei consumi, giustificando in tal modo interventi di rimozione. Si assiste, infatti, sempre più spesso, a operazioni di sostituzione radicale di questo elemento tecnologico al fine di assecondare le suddette prescrizioni normative senza considerare la perdita di una insostituibile risorsa culturale, già ampiamente compromessa.



Serramento con specchiature vetrate e scuri



Esempio di sostituzione dell'infisso in modo improprio

La diagnosi energetica sul caso studio ha dimostrato quanto il contributo in dispersione del sistema dei serramenti sia incisivo sul bilancio energetico globale dell'edificio. La necessità di intervenire sugli infissi risulta quindi inequivocabile.



Certamente, e i risultati lo dimostrano, l'unica via da percorrere non è quella della sostituzione. Bisogna inoltre precisare, che l'intervento di miglioramento energetico sull'edificio rappresenta un'operazione sistemica che agisce, laddove le condizioni lo permettano, sulle diverse componenti del manufatto. Molto spesso, invece, si interviene semplicemente sugli elementi più deboli e facilmente removibili, quali appunto i serramenti, nell'illusione di ottenere, attraverso la loro sostituzione, risparmi energetici ragguardevoli. In questi casi, invece, il risultato ottenuto è rappresentato sostanzialmente dalla perdita di una risorsa di cultura materiale a fronte di un guadagno irrisorio.

In presenza di infissi di tipo tradizionale, nelle diverse varianti tipologiche diffuse all'interno del centro storico piazzese, la conservazione è da preferirsi a qualunque altra scelta. Ai fini del miglioramento energetico si possono valutare diverse alternative di intervento che prevedono la conservazione dell'infisso e delle sue componenti.

Nei casi di infissi tradizionali in buono stato di conservazione, in cui si vuole mantenere integro l'elemento infisso nella sua totalità, la categoria di interventi E.1 ha dimostrato che, intervenendo solamente sul telaio, migliorandone il sistema di tenuta, non si ottengono risultati apprezzabili ai fini del risparmio energetico. Nel caso in cui le ragioni della conservazione risultino prevalenti questa scelta può essere un mezzo per migliorare la prestazione se associata ad eventuali altri accorgimenti come l'inserimento di un secondo infisso all'interno, conservando quello esistente, o inserendo elementi oscuranti (scuri, persiane, tendaggi, etc..) per attenuare gli effetti dell'insolazione nei mesi estivi e contenere i consumi nei mesi invernali.

Considerazioni simili, in merito al guadagno energetico, è possibile effettuare anche nel caso si intervenga sui vetri originali ( cod. E.4) inserendo uno strato di pellicola termoriflettente. Sebbene anche in questo caso i guadagni energetici siano ridotti è possibile effettuare gli stessi accorgimenti riguardanti l'inserimento dei sistemi oscuranti contribuendo a migliorare il livello energetico di tenuta dell'infisso conservandone l'integrità.

Negli infissi in buono stato di conservazione e che presentino un telaio dallo spessore compatibile con l'inserimento di una vetrocamera, è consigliabile intervenire secondo le disposizioni di cod. E.2-E.3. In questo caso le prestazioni energetiche risultano fortemente migliorate e sono leggermente inferiori a quelle ricavate dalla sostituzione dell'infisso.

L'illusoria convinzione che la sostituzione dell'infisso storico con uno nuovo e più performante sia l'unica via per ottenere un beneficio in termini di risparmio energetico viene evidentemente smentita dai risultati dei calcoli energetici sul caso studio. Seppure la sostituzione del serramento comporti una riduzione dei consumi pari al 67%, le operazioni di recupero dell'infisso originario e l'inserimento di una vetrocamera a tenuta (o con gas) comportano un incremento pari al 54%. Il reale contributo energetico fornito dall'operazione di dismissione degli infissi originali deve essere confrontato inoltre con l'incompatibilità che un serramento nuovo e altamente performante possiede nei confronti del sistema edificio storico. L'annullamento degli spifferi e quindi della naturale deumidificazione dell'ambiente a seguito dell'inserimento di un serramento a tenuta, può generare problematiche conservative "di riflesso" da non sottovalutare come la formazione di muffe e condense. La sostenibilità della permanenza si declina, quindi, anche in termini di minimizzazione degli sprechi<sup>26</sup> e riduzione di emissione di sostanze inquinanti dovute alla produzione di nuovi elementi. Per le ragioni espresse, quindi, la conservazione dell'infisso è sempre da preferire alla sostituzione non soltanto, in questo caso, per ragioni conservative ma, come ampiamente dimostrato, soprattutto per ragioni di sostenibilità.

Qualora ci si trovi in presenza di infissi fortemente degradati e compromessi nella maggior parte delle loro componenti è ammessa la sostituzione (cod. E.5) con infissi di nuova realizzazione. In questo caso i serramenti, seppur di diversa fattura, devono essere realizzati in legno o in alluminio elettroverniciato in colorazioni scure compatibili, per materiale, forma, colore e finitura, con l'impostazione architettonica della facciata, nonché con il contesto urbano. In presenza di serramenti difformi per materiale o forma e incongrui con il contesto, si consiglia, la sostituzione degli stessi con infissi dalle caratteristiche precedentemente descritte, contribuendo al contenimento energetico dell'edificio su cui si interviene.

---

<sup>26</sup> Il contenuto "ecologico" del restauro è ampiamente sottolineato dalle Linee Guida in ambito inglese sulla conservazione degli edifici storici. Si veda *Guide for Practitioners Conversion of Traditional Buildings Application of the Scottish Building Standards. Principles and Practice. Part I and II*, 2006; *English Heritage, Energy conservation in traditional buildings*, 2008. Con particolare riferimento alle potenzialità degli infissi storici e alle strategie comportamentali per ridurre le dispersioni energetiche attraverso l'uso di sistemi oscuranti si veda: *English Heritage, Building Regulations and Historic Buildings Balancing the needs for energy conservation with those of building conservation: an Interim Guidance Note on the application of Part L*, 2004, pp. 12-16.

## GRONDE, PLUVIALI E SISTEMI DI IMPIANTO TECNOLOGICO

Seppure non strettamente attinente agli interventi di efficientamento energetico, la questione dello smaltimento delle acque piovane viene esaminata in quanto relazionata alla salubrità dell'edificio perché inevitabilmente connessa al tema del controllo preventivo dell'umidità da risalita e da infiltrazione.

Il sistema di smaltimento delle acque piovane presente nella gran parte degli edifici del centro storico di Piazza Armerina, è realizzato mediante un canale di gronda formato da un filare di tegole sostenute da zanche metalliche. In molto casi questo sistema antico è stato sostituito da gronde in lamiera, in eternit, in lamiera zincata o in pvc. Negli edifici che non hanno subito ingenti modifiche è possibile riscontrare la presenza dello sporto di gronda alla "cappuccinesca". Questa soluzione di aggetto della copertura è realizzata mediante due filari di coppi, progressivamente aggettanti dal filo della facciata, a sostegno dello sporto della copertura. I pluviali e i discendenti sono nella maggior parte costituiti da tubi in pvc o lamiera. Questi sono molto spesso collocati sui prospetti senza alcuna attenzione alla partitura architettonica danneggiando fortemente la già compromessa lettura dell'impaginato di facciata.

Al fine del miglioramento energetico dell'edificio si reputa necessario intervenire sul sistema di convoglio e smaltimento delle acque che si relazione strettamente all'intervento sulle coperture e alla riduzione dell'umidità nelle murature spesso dovuta ad un cattivo funzionamento di tale sistema. Per queste tali ragioni si reputa che, al fine di migliorare la risposta del sistema edificio nei confronti degli agenti atmosferici, le operazioni di manutenzione periodica e controllo delle gronde e dei pluviali siano fortemente necessarie. Si prescrive, inoltre, nelle operazioni di sostituzione o nuovi inserimenti, l'utilizzo di canali di gronda e di pluviali realizzati preferibilmente in rame o in lamiera zincata verniciata con colorazioni in armonia con il contesto cromatico dell'intero edificio o rivestiti in ghisa nelle parti terminali inferiori. Possono, inoltre, essere utilizzati pluviali in cotto con sistemi tradizionali. Si reputano dunque da escludere i pluviali o discendenti in materiale estraneo al contesto come la lamiera zincata non verniciata e il pvc. Le tubazioni di acque nere devono essere incassate nei muri o interne agli alloggi protette da adeguati cavedi ispezionabili. Per quanto riguarda la posizione degli elementi discendenti, questa deve essere opportunamente studiata all'intero della configurazione del prospetto preferibilmente agli estremi della facciata in modo da favorire la

condivisione tra due unità limitando così il numero di elementi sul prospetto. I discendenti devono essere posizionati con giacitura verticale e disposti preferibilmente alle estremità della facciata, favorendone la condivisione da parte di due edifici contermini.



Collocazione incongrua degli impianti tecnologici sui prospetti      Canne fumari e discendenti sui prospetti

In relazione al sistema impiantistico, la collocazione indiscriminata di reti elettriche, idriche e telefoniche, la presenza di parabole, antenne, caldaie, e canne fumarie sulle facciate rappresenta una questione che non si limita ad inficiare soltanto l'immagine dell'edificio, ma ne compromettere soprattutto la matericità in senso lato. Per questa ragione occorre regolamentare le modalità di installazione degli impianti prevedendo l'utilizzo di zone di labilità per la collocazione e la centralizzazione degli impianti a scala di comparto energetico. Per quanto attiene alle reti telefoniche ed elettriche si consiglia l'inserimento sotto traccia. Le tubazioni idriche e del gas dovranno essere collocate all'interno delle abitazioni. Non è prevista dunque la presenza di tubature di questo tipo sui prospetti. Nel caso delle antenne e delle parabole è preferibile la loro localizzazione in corrispondenze delle coperture. Si prevede inoltre la centralizzazione degli impianti termici all'interno di locali predisposti per tale funzione. Tutte le altre installazioni potranno essere ammesse in copertura solo nel caso in cui la conformazione di quest'ultima lo permetta, e comunque senza che la loro presenza comprometta la percezione del contesto edificato alla scala urbana e paesaggistica.

## Conclusioni

La tematica della riduzione dei consumi di energia, promossa dalle Direttive Europee sotto la spinta della crescente sensibilità per le problematiche ecologiche e di sostenibilità, è stata rivolta quasi esclusivamente al settore delle nuove costruzioni con un tentativo di mediazione riguardante il costruito esistente da cui si sono articolate poi una serie di sviluppi di mercato. L'esame dello stato dell'arte ha evidenziato come l'attualità del tema abbia prodotto numerosi tentativi di approccio alla questione e numerose soluzioni, anche sul piano internazionale, più o meno discutibili. Gli ultimi censimenti<sup>27</sup> mostrano come quasi il 20% degli edifici italiani è stato costruito prima del 1900 e più del 30% dopo il 1945. Da qui l'urgenza di occuparsi della riduzione dei consumi energetici relativamente all'edilizia esistente ed in particolare al patrimonio architettonico dei centri storici.

La ricerca ha scelto di affrontare la questione energetica in riferimento ai centri minori, piuttosto che rispetto alle emergenze, riconoscendo in essi un valore di scala ambientale così come ribadito dalla *Carta europea del patrimonio architettonico*<sup>28</sup> nel suo principio fondamentale: *"il patrimonio architettonico europeo non è formato solo dai monumenti più importanti ma anche dagli 'insiemi' che costituiscono le nostre antiche città e i nostri tradizionali villaggi nel loro ambiente naturale o costruito. Per molto tempo abbiamo protetto e restaurato solo i monumenti più insigni senza tener conto del loro ambiente. [...]. Inoltre, gli insiemi, anche in assenza di edifici eccezionali, possono offrire una qualità ambientale che ne fa un'opera d'arte diversa ed articolata; sono questi insiemi che devono essere conservati come tali. Il patrimonio architettonico testimonia della presenza storia e della sua importanza nella nostra vita"*. Una volta sancito il passaggio disciplinare dalle emergenze al costruito, certamente occuparsi di edilizia diffusa assume, di contro, una difficoltà di approccio dovuta proprio al suo essere "corrente" e quindi difficilmente astraiabile dal contesto. Come già Miarelli affermava, occuparsi di edilizia minore *"pone, di regola, difficoltà concettuali e tecniche rispetto a quelle relative al monumento singolo e singolare. Inoltre esso presenta, specialmente riguardo alle finiture esterne, una maggiore tipicità, cioè un minore grado di libertà. Di contro, è quasi paradossalmente, l'intervento sopra uno o più elementi del tessuto, ancorchè fortemente relazionato all'insieme, richiede di essere il più possibile individualizzato, com'è stato*

<sup>27</sup> Censimento relativo all'epoca di costruzione del parco edilizio italiano effettuato nel 2001 dall'ISTAT.

<sup>28</sup> La Carta europea del patrimonio architettonico è stata adottata dal Comitato dei Ministri del Consiglio d'Europa nel 1975 in occasione del Congresso di Amsterdam e redatta dal Comitato dei Monumenti e dei Siti del Consiglio d'Europa.



*individuale il costituirsi di ogni unità. [...] Perciò ogni intervento deve essere, naturalmente e indissolubilmente, correlato alla peculiarità dei caratteri e della vicenda di ogni edificio, ed è giusto e inevitabile, che queste condizioni trovino un preciso riscontro anche all'esterno mediante interventi la cui autonomia deve trovare i suoi riferimenti ed i suoi limiti soltanto nelle peculiarità dell'insieme; vale a dire che il grado di 'innovazione' di ogni intervento deve essere contenuto sempre ragionevolmente al di sotto del punto, superato il quale, si spezzano i suoi legami con il contesto e l'edificio diviene estraneo al suo ambiente".<sup>29</sup>*

Emerge in modo chiaro, dalla disanima degli interventi effettuati nell'ultimo decennio sul patrimonio esistente, la necessità di affrontare, da parte della disciplina del restauro, il tema del contenimento energetico al fine di fronteggiare il rischio evidente, stimolato anche dalle logiche del mercato, di una indiscriminata trasposizione di criteri, parametri e soluzioni progettuali pensate per le nuove costruzioni o per la riqualificazione dell'edilizia di più recente costruzione, nell'ambito delle costruzioni tradizionali, con esiti non compatibili con i valori culturali di cui tale patrimonio è depositario, ma spesso anche inefficaci sul piano del reale raggiungimento degli obiettivi della *sostenibilità* e del *miglioramento* delle prestazioni energetiche.<sup>30</sup>

Altro dato importante, che emerge in merito al concetto di riduzione dei consumi, è rappresentato dal rapporto intrattenuto con il mondo dell'innovazione la cui produzione deve essere strategicamente indirizzata verso un utilizzo consapevole in grado di massimizzare la permanenza, contro la logica dissipatoria di un nuovo ad ogni costo che consuma il territorio e le sue risorse naturali e culturali. Tuttavia, la complessa relazione con l'ambito dell'innovazione tecnologica, dal quale proviene la più avanzata sperimentazione, *"non deve e non può essere impostata e tanto meno risolta attraverso l'applicazione indifferenziata delle tecnologie migliori dal punto di vista prestazionale ma dal punto di vista del miglior rapporto possibile fra tecnologie avanzate e natura del dato storico ed identitario dell'esistente"*<sup>31</sup>. A tal proposito, vale la pena di sottolineare come raramente alla proposta di miglioramento energetico si accompagni una reale modellazione dell'esistente. Piuttosto che prendere in considerazione il comportamento

29 G. MIARELLI MARIANI, La città storica. Alcuni nodi sul recupero, in F. PEREGO, Anastilosi. L'antico, il restauro, la città, Roma, 1986, p. 264.

30 M.R. VITALE, A.M. SAVIA, "Conservazione e miglioramento energetico negli edifici storici: studi ed analisi preliminari sul quartiere Monte a Piazza Armerina" in V. FIORE, F. CASTAGNETO, "Rivitalizzazione dei Centri Storici del Mediterraneo", atti del seminario internazionale Siracusa 22 Marzo 2013.

31 P. NOVELLI, Il patrimonio storico e le ragioni del restauro fra sostenibilità e sviluppo, in M. DE VITA (a cura di), Città storica e sostenibilità, Firenze, 2012, p. 23.

dell'insieme dell'edificio, si agisce attraverso sostituzioni indiscriminate di singoli componenti ai quali si affida il compito di garantire incrementi di prestazione disancorati da una reale comprensione della fabbrica storica.

La progettazione di interventi più "leggeri", se pur non pienamente rispondenti alla massimizzazione della prestazione energetica possibile, si relaziona al concetto di "vita nominale" introdotta dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 e definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Anche in questo caso lo spostamento degli obiettivi verso il monitoraggio e la cura manutentiva prolungati nel tempo consentirebbe di evitare ricadute "pesanti" sul patrimonio storico, altrimenti sottoposto ad interventi che, opportunamente differiti, potrebbero essere evitati o sostituiti da altri più compatibili grazie all'avanzamento delle conoscenze e delle tecnologie <sup>32</sup>. Secondo questa impostazione, l'intervento di miglioramento energetico potrà contemplare solo le azioni strettamente indispensabili al raggiungimento degli obiettivi prefissati in relazione alle esigenze di conservazione della autenticità materica dell'edificio storico, osservando il principio del minimo intervento quale temperamento fra qualità, quantità ed efficacia delle azioni. Questi concetti, posti a base della verifica condotta sul caso studio, sottendono un approccio di tipo prestazionale al tema della efficienza energetica del patrimonio storico, in cui al rispetto prescrittivo di standard rigidi precostituiti si sostituisce la ricerca di soluzioni tecniche più efficaci al raggiungimento degli obiettivi, cercando non compromettere le qualità ed i caratteri costitutivi del costruito storico, la sua autenticità materiale, i valori culturali che esso esprime.

A seguito di queste considerazioni, risulta chiara la necessità di affrontare, con estrema urgenza, la questione riguardante il miglioramento energetico degli edifici storici per evitare il pericolo, seppur ancora fronteggiabile, della graduale perdita del dato storico e documentale di cultura materiale rappresentato dagli aggregati di edilizia diffusa dei centri storici minori. Il ricorso alla deroga, consentito dal sistema normativo in relazione agli edifici tutelati, è stato finora considerato, più che un tentativo di trovare

---

<sup>32</sup> Nelle Linee Guida per il rischio sismico il tempo è la parola chiave per la conservazione del patrimonio. Il controllo periodico, visivo o con sofisticate tecniche di monitoraggio, e la manutenzione da sempre rappresentano lo strumento per preservare le costruzioni storiche dal degrado, o per lo meno rallentare gli esiti, dalle trasformazioni antropiche e dell'ambiente. Il periodo di riferimento (direttamente legato alla vita nominale) è invece lo strumento per valutare le azioni sismiche da usare nelle verifiche e per programmare nel tempo le azioni di prevenzione.

delle soluzioni mediate tra i livelli di *performance* richiesti dalle norme e lo stato energetico attuale dell'edificio storico, un modo per non affrontare il problema lasciando quindi libertà ai progettisti e ai proprietari di intervenire sui manufatti storici, ai fini dell'efficientamento energetico, senza alcun controllo da parte degli enti preposti. *“E questa deriva nasce anche da limiti tutti interni alla disciplina del restauro, che non sempre, e comunque faticosamente, si è degnata di prendere in considerazione aspetti propri degli edifici, quali le prestazioni tecnologiche, e che ha visto sempre ogni modifica legata alle esigenze d'uso come un attentato all'integrità della storicità del bene”*<sup>33</sup>.

La necessità di sperimentare una progettazione del restauro sostenibile può trovare due ambiti coordinati di intervento: da una parte si richiede la verifica dei requisiti e si individuano le carenze che l'edilizia storica possiede in termini di sostenibilità, allo scopo di costituire una sorta di mappa delle risorse e delle criticità sulle quali intervenire, dall'altra parte si impone il confronto con gli ambiti dell'innovazione tecnologica, dal quale proviene la più avanzata sperimentazione. Su questa linea la ricerca si è mossa nel tentativo di definire un approccio innovativo da seguire che, recependo le altre esperienze in corso in campo nazionale ed europeo, sia capace di descrivere il reale funzionamento climatico dell'edificio e di determinare se i metodi attuali di analisi e di valutazione energetica degli edifici siano veramente capaci di descrivere il “funzionamento” energetico degli edifici storici tenendo conto dei parametri qualitativi provenienti dalla cultura del restauro. La volontà di inserire i parametri di compatibilità e reversibilità/ritrattabilità all'interno della griglia di valutazione critica dell'intervento, mettendoli in relazione con gli aspetti quantitativi riguardanti l'efficienza e il costo, comprova l'ambivalenza delle scelte da attuare nel momento del progetto di miglioramento energetico che non devono tener conto solo degli apporti energetici bensì anche delle ragioni della conservazione.

Le analisi condotte e l'utilizzo del software di simulazione energetica degli edifici operanti in regime dinamico hanno dimostrato l'inadeguatezza dei metodi e degli strumenti di valutazione energetica pensati per l'edilizia corrente rispetto alla descrizione dell'edificio storico. Per affrontare in modo corretto il problema della riqualificazione energetica del patrimonio storico è di fatto necessario fare una valutazione attenta e corretta delle caratteristiche termiche dell'edificio. È emersa, inoltre con chiarezza, l'assoluta mancanza di dati certi sulle effettive caratteristiche termo-fisiche dei materiali

---

<sup>33</sup> S. DELLA TORRE, F. PIANEZZE, V. PRACCHI, Efficienza energetica e patrimonio architettonico: stato dell'arte e prospettive di ricerca, in «Arkos» 2010, n. 23, p. 56.

dell'edilizia storica, ambito in cui si reputa necessario lo sviluppo della ricerca tecnologica nella costituzione di una banca dati relativa ai materiali propri dell'edilizia storica.

Il momento dell'intervento su un bene culturale è il momento in cui si interfacciano le due prospettive di lettura del costruito, la tecnologia e la conservazione, infatti, obiettivo primario di chi interviene dovrebbe essere la condivisione di un metodo che tenti di correlare i due diversi punti di vista leggendo contemporaneamente il comportamento conservativo e quello tecnologico in chiave esigenziale-prestazionale. Certamente il valore culturale di un bene architettonico cresce in funzione del tempo mentre quello tecnologico decresce. Riuscire a misurare i valori prestazionali di entrambe le categorie risulta difficile soprattutto per quanto riguarda i valori culturali. " [...] *trasformare i valori in prestazioni non significa necessariamente misurarli, può essere più che sufficiente esplicitarli per poterli portare sul tavolo della trattativa. Questo significa comunque poterli utilizzare appieno per capire come influenzino i livelli prestazionali, ovvero le ricadute sistemiche dell'intervento*"<sup>34</sup>. Rimane evidente che le critiche ad un'analisi in termini prestazionali dell'architettura storica non tengono conto della possibilità – e della inderogabile necessità – di definire da una parte livelli di prestazione differenti perché strettamente relazionati alla fabbrica sulla quale si interviene e, dall'altra, di declinare in termini conservativi anche lo stesso concetto di prestazione per un edificio storico che subisce nel tempo processi di naturale (ma fisiologico) decadimento dei livelli di funzionalità (di materiali, strutture e impianti), ma non per questo deve essere necessariamente soggetto a pratiche di sostituzione e rinnovamento. Puntare sulla conservazione dell'esistente e sulla durabilità dei nuovi apporti permette di ripensare in termini processuali, dal punto di vista temporale, l'intervento sui manufatti storici e sembra costituire, piuttosto che un contrasto, un punto di saldatura importante fra sostenibilità e conservazione all'interno di un progetto responsabile.

Il percorso di ricerca compiuto ha permesso di riscontrare e verificare la possibilità di individuare una procedura di valutazione delle prestazioni energetico-ambientali del costruito storico riferita ad indicatori opportunamente tarati su questo particolare patrimonio edilizio pensando alla possibilità di certificare le prestazioni energetico-ambientali degli interventi sull'edificato storico.

Infine, la proposta, per la difficoltà di astrazione della singola unità di cui detto sopra, ha dovuto necessariamente prevedere il passaggio di scala dall'edificio al contesto micro-urbano dell'isolato che lo contiene, individuando all'interno delle linee guida degli

<sup>34</sup> A. CANZIANI, M. SCALTRITTI, *L'approccio prestazionale alla risorsa culturale*, in «Il progetto sostenibile», n. 22-23, 2009, p. 25.

indirizzi di gestione capaci di migliorarne la qualità e la sostenibilità. Per le considerazioni fatte, risulta chiaro come l'intervento sul singolo manufatto presenti scarsi vantaggi se non inserito all'interno di un programma più articolato che ne comprenda anche le unità circostanti. Soprattutto in situazioni simili al caso studio, dove le unità architettoniche sono fortemente aggregate e difficilmente distinguibili, risulta difficile isolare il comportamento energetico del singolo manufatto. Per tali ragioni sono state delineate delle soluzioni valide all'interno del centro studiato, ma estendibili a centri con caratteri simili, individuando la possibilità di attuare delle soluzioni impiantistiche centralizzate al fine di convogliare le esigenze energetiche delle diverse unità in uniche centrali termiche, favorendo una maggiore aggregazione nell'obiettivo della riduzione dei consumi a scala d'isolato. Non a caso la proposta d'intervento presuppone, nella fase di conoscenza dell'aggregato urbano, la possibilità di individuare i nodi problematici, le criticità ed i punti di forza su cui intervenire ed effettuare eventuali compensazioni fra le unità, in funzione dei maggiori gradi di libertà o degli effettivi limiti alla conservazione che possono essere riscontrati nell'anamnesi critica preliminare. L'eccessivo grado di modificazione di alcune delle unità edilizie, secondo la suddetta logica compensativa, può anche prevedere, ai limiti della conservazione, la scelta di strategie che, qualora lo si ritenesse opportuno poiché superato il *"limite fisiologico di modificazione"*<sup>35</sup>, mettano in conto la legittima rimozione delle aggiunte ritenute incongruenti e la correzione degli impalcati architettonici. D'altronde, la logica interscalare del processo di costruzione edilizia, conferma ancor più il suo ruolo portante e fortemente connotativo nell'ambito della sostenibilità degli approcci alla questione.

Nell'ambito della scala edilizia, essa si esprime come logica sistemica che presiede alla interpretazione del singolo edificio e consente di valutare il ruolo dei singoli componenti nel quadro più generale del comportamento energetico della fabbrica intera e l'efficacia delle soluzioni proposte non solo in termini di efficientamento, ma di più generale sostenibilità delle azioni. Alla scala urbana e microurbana tale logica interscalare permette una opportuna calibrazione degli interventi fra le diverse unità, consentendo di non sovraccaricare le componenti più fragili dell'edificato storico e di assecondare le necessarie esigenze di miglioramento del comfort e delle prestazioni, eventualmente concentrando sulle maglie edilizie più modificate l'impiantistica di maggiore impatto,

---

<sup>35</sup> Si rimanda al concetto espresso in R. DALLA NEGRA, *Questioni di metodo nello studio degli aggregati urbani. Riflessi per la disciplina del restauro*, in VARAGNOLI C., (a cura di), *Muri parlanti. Prospettive per l'analisi e la conservazione dell'edilizia storica*, Atti del Convegno (Pescara 26-27 Settembre 2008), Firenze 2010, p. 195.



attraverso l'individuazione di "comparti energetici". Allo stesso modo, in centri storici come quello di Piazza Armerina in cui l'intervento alla scala edilizia comporta rilevanti ricadute sull'intero sistema urbano e paesaggistico, solo una logica di analisi interscalare consente di valutare in modo organico e coerente scelte ed indirizzi di intervento, senza incorrere in facili generalizzazioni o in aprioristici divieti (utilizzo di sistemi fotovoltaici, apposizione di isolanti esterni, sostituzioni di serramenti, etc.).

Infine la proposta prevede, la partecipazione e il coinvolgimento della figura dell'utente, non inteso soltanto come destinatario finale del progetto, così come avviene nel processo edilizio tradizionale, ma inteso come soggetto che svolge un ruolo strategico all'interno del processo decisionale, di gestione e di manutenzione del costruito storico<sup>36</sup>. La convinzione che *"per conservare gli edifici e gli ambienti naturali, occorre prima salvaguardare la vita o meglio le ragioni della vita che si svolgono dentro questi"*<sup>37</sup> rende ancor più vicine e coerenti le istanze della conservazione con quelle dello sviluppo sostenibile, nella comune ricerca di modalità di utilizzo e fruizione del patrimonio edificato inteso come "risorsa", secondo logiche "ecologiche" di massimizzazione della permanenza (di materia e di valori culturali insieme) e di riduzione degli sprechi.

---

<sup>36</sup> Il ruolo svolto dall'utente all'interno del progetto di gestione del territorio e del patrimonio culturale è già stato definito all'interno dei Piani di Conservazione nella strategia della Conservazione Programmata. Si ritiene che anche nel caso di interventi di miglioramento energetico la partecipazione attiva dell'utente alla redazione e soprattutto alla gestione dei piani sia la soluzione per l'attivazione di interventi sistemici, a lungo termine, che, nell'ottica della sostenibilità, abbiano come obiettivo la salvaguardia dei centri storici minori. Si fa riferimento in particolare al caso del Piano di conservazione per la Regione Lombardia in: S. DELLA TORRE, *La Conservazione Programmata del Patrimonio Storico Architettonico: linee guida per il piano di conservazione e consuntivo scientifico*, Milano 2003.

<sup>37</sup> S. BOSCARINO, *Sul restauro architettonico. Saggi e note*, Milano, 1999, p. 149.

## ***Bibliografia***

## Bibliografia

L'articolazione della bibliografia risente del percorso critico che nel corso della ricerca è stato effettuato al fine di restringere il campo d'indagine del tema della ricerca precisandone via via gli ambiti.

## BIBLIOGRAFIA GENERALE SULLA SOSTENIBILITÀ

- BRUNTLAND G., *Our common future: The World Commission on Environment and development*, Oxford, Oxford University Press, 1987. Trad. It. *Il futuro di tutti noi. Rapporto della Commissione Mondiale per l'ambiente e lo sviluppo*, Milano, 1988.
- RONCHI E. (a cura di), *Un futuro sostenibile per l'Italia*. Rapporto dell' Istituto Sviluppo Sostenibile Italia [ISSI] 2002, Roma, 2002.
- LA CAMERA F., *Sviluppo sostenibile. Origini, teoria e pratica*. Roma, 2003.
- Le agende 21 locali. Roma: 2003.
- MARCHETTINI N., *Che cos'è lo sviluppo sostenibile. Le basi scientifiche della sostenibilità e i guasti del pensiero unico*, Roma 2003.
- ANGELICI A. (a cura di), *Metropoli, sostenibilità e governo dell'ambiente*, Roma, 2004.
- BENHAMOU F., *Economia della cultura*, Bologna, 2004.
- STERN N., *Stern Review on the economics of climate change*, Nairobi, 2006.
- Commissione delle Comunità Europee, *Comunicazione della Commissione al Consiglio Europeo e al Parlamento Europeo. Una politica energetica per l'Europa*, Bruxelles, 2007.
- STANLEY J.W., *The coal question*, 1865, in CANEVARI D., *Eccessiva l'ossessione per la fine delle risorse*, *Nuova energia*, n. 5, 2007, pp. 6-11.
- VIGOTTI R., *Calore e freddo dalle rinnovabili? Si può fare...* in *Nuova energia* n. 6, 2007, pp. 48-51.

## BIBLIOGRAFIA SPECIFICA

### Materiali e sostenibilità

- PASSARO A., *Costruire e dismettere*, Napoli 1996.
- RIGAMONTI E., *Il riciclo dei materiali in edilizia*, Rimini 1996.
- BOSCO N., *Il riciclo e il riuso*, in *Recycling*, settembre 1997, PEI, Parma 1997.
- ANTONINI E., MUCELLI G., SINOPOLI N., *Sostenibile come un rifiuto*, in *Costruire* n. 207/2000, pp. 87-92.
- ANTONINI E. (a cura di), *Residui da costruzione e demolizione: una risorsa ambientalmente sostenibile: il progetto VAMP e altre esperienze di valorizzazione dei residui*, Milano 2001.
- BOLOGNA R., (a cura di), *La reversibilità del costruire, l'abitazione transitoria in una prospettiva sostenibile*, Rimini 2002.
- CONTI C., MUCELLI G., *Dall'edilizia e per l'edilizia: nuovi materiali e prodotti riciclati*, in V. Gangemi (a cura di), *Riciclare in architettura. Scenari innovativi della cultura del progetto*, Napoli 2004.
- CIANCHETTI R., MUCELLI G., SINOPOLI N., *Iuav De-Co. Programma di valutazione della dis-assemblabilità dei sistemi costruttivi degli edifici*, sta in R. Bologna, C. Terpolilli (a cura di), *Università Iuav di Venezia, Architetture ConTemporaneità, Emergenza del Progetto, Progetto dell'Emergenza*, Milano 2005.
- MUCELLI G., *La sostenibilità dei prodotti edilizi: strategie operative*, in *Strategie di architettura per la sostenibilità 2005*, multimediale, Brixia Expo-IUAV, 2005.
- FASSI A., MAINA L., *L'isolamento ecoefficiente, guida all'uso dei materiali naturali*, Milano 2006.

### Architettura del nuovo e sostenibilità

- BATESON G., *Steps to an Ecology of Mind*, Chicago 1972.
- LOS S., *La progettazione dell'architettura bioclimatica*. Atti del seminario sui sistemi solari passivi (Bari 1979), Padova 1980.
- COOK J., LOS S. (a cura di), *Progettare con il clima, un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico*, Padova 1981
- LOS S. (a cura di), *Regionalismo dell'architettura*, Padova 1990.
- AA.VV., *Costruire con il sole. Uno sguardo al passato per progettare il futuro*, Roma, 1995.
- FRANCESE D., *Architettura bioclimatica*, Torino 1996.
- GROSSO M., *Il raffrescamento passivo degli edifici*, Rimini 1997.
- IMPERADORI M., *Le procedure struttura/rivestimento per l'edilizia sostenibile: tecnologie dell'innovazione*, Rimini 1999.
- BATTISTI A., TUCCI F., *Ambiente e cultura dell'abitare: innovazione tecnologica e sostenibilità del costruito nella sperimentazione del progetto ambientale*, Bari 2000.
- MAROCCO M., *Progettazione e costruzione bioclimatica dell'architettura*, Roma 2000.
- AA.VV., *Costruire sostenibile. Il mediterraneo*, Bologna Fiere, Firenze 2001.
- BACIGALUPI V., *Architettura bioclimatica, in Trattato di restauro architettonico*, diretto da G. Carbonara, vol. V, Restauro architettonico e impianti, Torino 2001.

- AA.VV., *Costruire sostenibile. L'Europa*, Bologna Fiere, Firenze 2002.
- MONTI C., *Costruire sostenibile*, 2002.
- GAUZIN-MULLER D., *Architettura sostenibile*, 2003.
- SCOGNAMIGLIO M., *Due interventi di trasformazione nella Ruhr*, in «L'industria delle costruzioni», n. 373, 2003.
- LEPORE M., *Progettazione bioclimatica in ambito urbano*, Roma 2004.
- BUTERA F., *Dalla caverna alla casa ecologica*, Edizioni Ambiente 2004.
- AA.VV., *Strategie di architettura per la sostenibilità 2005*, DVD, Brixia Expo-IUAV, 2005.
- BERTA L., BOVATI M., *Progetti di architettura bioecologica : con disegni, prospetti, immagini a colori*, Rimini, 2005.
- GAROFALO I. (a cura di), *La ricerca universitaria sul costruire sostenibile*, Monfalcone 2005.
- MANFRON V., *A Brief About Extended Life CycleCost*, in Atti del Convegno Brixia Forum Strategie di architettura per la sostenibilità, Dvd, IUAV FAR, Venezia 2005.
- BORI D., *Il raffrescamento passivo degli edifici*, Salerno 2006.
- CAROTTI A., *La casa passiva in Italia : teoria e progetto di una "casa passiva" in tecnologia tradizionale*, Milano, 2006.
- MANFRON V., MUCELLI G., PAGANUZZI P., SINOPOLI N., TATANO V. (a cura di), *Costruire il progetto sostenibile*, saggio bibliografico, 2006 (<http://www.iuav.it>).
- GIACHETTA A., *Progettazione sostenibile*, Dalla pianificazione territoriale all'ecodesign, 2007.
- SASSO U. (a cura di), *Riflessi di bioarchitettura*, Firenze 2007.
- GROSSO M., *Il raffrescamento passivo degli edifici in zone temperate*, II ed., Rimini 2008.
- HEGGER M., *Atlante della sostenibilità e della efficienza energetica degli edifici*. Contributi in tema di certificazione energetica degli edifici in Italia, 2008.
- SASSO U. (a cura di), *Il nuovo manuale europeo di bioarchitettura*, Roma 2008.

### **Patrimonio edilizio e sostenibilità**

- DI BATTISTA V., *La concezione sistemica e prestazionale nel progetto di recupero*, in «Recuperare» n. 36 1988.
- UCCELLA A.M., *Architettura vernacolare passiva*, Napoli 1990.
- FONTANA C., *Recuperare, le parole e le cose*, Firenze, 1991
- CATERINA G., *Il recupero degli infissi*, Torino, 1995.
- DI BATTISTA V., FONTANA C., PINTO M.R. (a cura di), *Flessibilità e riuso*, Firenze 1995.
- GERMANÀ M. L., *La qualità del recupero edilizio*, Firenze 1995.
- FONTANA C., MATRÀN M. A. F., *L'Avana, centro storico: la sfida del "recupero sostenibile"*, in «Ambiente costruito» n. 2 1997.
- OLIVER P., *Encyclopedia of vernacular architecture of the world*, vol. 1-2-3, Cambridge 1997.
- NOVI F. (a cura di), *La riqualificazione sostenibile, Applicazioni, sistemi e strategie di controllo climatico naturale*, Firenze 1999.



- LAVINE L., *Exploring the relationship between computationally derived knowledge and design thought in architecture*, Conferenza PLEA Cambridge 2000.
- MUSSO S.F., FRANCO G., *Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali*, Venezia 2000.
- IMPERADORI M., (a cura di), *Costruire sul costruito: tecnologie leggere nel recupero edilizio*, Roma 2001.
- ORLANDI F., *Strategie per la riqualificazione bioclimatica ed ambientale*, in Sala M. (a cura di), *Recupero edilizio e bioclimatica*, Napoli 2001.
- SALA M. (a cura di), *Recupero edilizio e bioclimatica*, Napoli 2001.
- ABBATE C., *L'integrazione architettonica del fotovoltaico: esperienze compiute*, 2002.
- FIORE V., DE JOANNA P. (a cura di), *Urban maintenance as strategy for sustainable development*, atti del convegno internazionale, Napoli, 29 novembre 2002, Napoli, 2002.
- FRANCESE D., *Il benessere negli interventi di recupero edilizio*, Padova 2002.
- SPAGNOLO M., *Il sole nella città. L'uso del fotovoltaico nell'edilizia*, Roma 2002.
- DALL'O G., GALANTE A., *Impianti di climatizzazione e recupero*, in «Il progetto sostenibile», n. 2, 2004.
- FONTANA C., *Recupero e sostenibilità*, in «Il progetto sostenibile», n. 2, 2004.
- MALIGHETTI E., *Recupero edilizio e sostenibilità*, IlSole24Ore, Milano 2004.
- ZAMBELLI E., *Ristrutturazione e trasformazione del costruito*, Il Sole 24 ore, 2004.
- PAGANUZZI P., ABBASCIÀ L., GASPARI J., *Il recupero sostenibile*, in Atti del Convegno Brixia Forum Strategie di architettura per la sostenibilità, Dvd, IUAV FAR, Venezia 2005.
- ULIVIERI D., *L'ecostoria dell'architettura vernacolare*, Pisa 2005
- DI BATTISTA V., GIALLOCOSTA G., MINATI G., *Architettura e approccio sistemico*, 2006.
- CANNAVIELLO M., VIOLANO A., *La certificazione energetica degli edifici esistenti. Leggi e norme di riferimento; metodologie, strumenti e modelli di calcolo; casi esemplificativi*, Milano 2007.
- VELLINGA M., OLIVER P., BRIDGE A., *Atlas of vernacular architecture of the world*, London 2007.
- FORLANI M. C., BASTI A. (a cura di), *Recupero e riqualificazione del borgo di Castelbasso (TE)*. Un'esperienza di progettazione ambientale, Firenze 2008.
- FORLANI M. C., *Il recupero della sostenibilità del patrimonio in crudo: una valutazione comparativa tra tradizione e innovazione*, in GERMANA' M. L., PAVINI R. (a cura di), *La terra cruda nelle costruzioni. Dalle testimonianze archeologiche all'architettura sostenibile*. Atti della giornata di studi, Caltanissetta, 29 giugno 2007, Palermo 2008.
- ARPA<Sicilia>, *La certificazione energetico-ambientale: un esempio di recupero architettonico sostenibile attraverso l'utilizzo del Protocollo Semplificato di certificazione energetico-ambientale ITACA*, Palermo 2009.
- BERTOLIN C., *La riqualificazione sostenibile del patrimonio edilizio storico valdostano*, ([www.arpa.vda.it](http://www.arpa.vda.it))
- DE FINO C., *Il recupero sostenibile dell'edilizia dei primi decenni del ventesimo secolo mediante materiali e tecniche innovative*, Potenza 2009.
- FORLANI M. C., *Il recupero delle case di terra: dalla conservazione delle tecniche tradizionali all'innovazione per uno sviluppo sostenibile*, in «Il progetto sostenibile», n. 22-23, 2009.
- FRANCO G., *Recuperare le tradizioni locali: linee guida per gli interventi sul patrimonio rurale*, in «Il progetto sostenibile», n. 22-23, 2009.

- SPOSITO V., *Sostenibilità energetica in Sicilia: analisi e azioni nel patrimonio architettonico*, Tesi di Laurea Facoltà di Architettura di Palermo/ Relatore: Prof. Angelo Milone, a.a 2008/2009.
- DAVOLI P., *Il recupero energetico ambientale del costruito*, Santarcangelo di Romagna, 2010.

### **Paesaggio e sostenibilità**

- GAMBI L., *I valori storici dei quadri ambientali*, in «Storia d'Italia», vol. 1, Torino 1972.
- SALZANO E., *Ambiente e urbanistica: La proposta della città sostenibile*, in VIDUSSO S. (a cura di), *L'ambiente: un problema interdisciplinare*, Atti del convegno, Udine 1992.
- ISTITUTO NAZIONALE DI URBANISTICA, *Piani urbanistici e sviluppo sostenibile*, 1995.
- FUSCO GIRARD L., *Le valutazioni per lo sviluppo sostenibile della città e del territorio*, 1997.
- Sicilia. Soprintendenza per i beni culturali e ambientali, Siracusa. Sezione per i beni paesaggistici *Il paesaggio come risorsa dello sviluppo sostenibile* / a cura della sezione per i beni paesaggistici della soprintendenza ai BB.CC.AA. di Siracusa, 2001.
- FABBRI P., *Paesaggio, pianificazione, sostenibilità*, 2003.
- PALMIERI F., *Il pensiero sostenibile; per un'epistemologia del divenire*, 2003.
- FUSCO GIRARD L., NIJKAMP P., *Energia, bellezza, partecipazione. La sfida della sostenibilità*, Milano 2004.
- ISAE, Istituto di studi e analisi economica, *Strumenti per le politiche di sviluppo sostenibile*, Milano 2006.
- SEMPRINI M. P., VAN RIEL S. (a cura di), *Restauro del paesaggio e sostenibilità*, Atti del convegno di Rimini (9-11 giugno 2005), Firenze 2006.
- ENEA, *Rapporto energia e ambiente 2006. Analisi e scenari*, Roma 2007.

### **Conservazione, restauro e sostenibilità**

- CANIGGIA G., MAFFEI G. L., *La lettura dell'edilizia di base*, Venezia, 1979;
- CANIGGIA G., *Analisi tipologica; la corte matrice dell'insediamento*, in A. GIUFFRÈ, *Recupero e riqualificazione urbana nel programma straordinario per Napoli*, Milano 1984.
- RIEGL A., *Der moderne Denkmalkultus*, Wien, trad. it., Scarrocchia S. (a cura di), *Il culto moderno dei monumenti*, Bologna 1985.
- TINÈ S., *Il restauro, una tecnologia inquinante*, in «Papir», n. 28, Palermo 1989.
- FUSCO GIRARD L., *Risorse architettoniche e culturali: valutazioni e strategie di conservazione*, Milano, 1990.
- TALAMO C., *Isolamento termico negli edifici esistenti* in *Recuperare*, n. 45, 1990.
- GRIMOLDI A., *L'incerta fortuna del particolare costruttivo*, in «TeMa» n. 4 1993.
- ARUP O. and Partners, *Environmental Capacity and Development in Historic Cities*, London 1993.
- CETICA C., *La casa dello Scirocco*, in «Costruire in Laterizio», VI, n. 31, 1993.
- LATINA C., LAURIA A., *La muratura a cassa vuota*, in «Costruire in Laterizio», VI, n. 31, 1993.
- MIARELLI MARIANI G., *Centri storici: un avvicinamento al tema*, Collana «Strumenti» n. 6, Roma, 1993.

- NIJKAMP P., BITHAS K., *Sustainable Development and Monument Conservation Planning: a Case Study on Olympia*, in *Economics of Conservation*, Proceedings of Icomos 10th General Assembly and Scientific Symposium, Icomos 1993.
- BOSCARINO S., FEDERICO A., GIUFFRIDA S., PRESCIA R., RIZZO F., *Petralia Soprana: ipotesi di restauro urbano e studi di analisi multicriteriale*, Palermo, 1994
- MANNONI T., *Caratteri costruttivi dell'edilizia storica*, Genova, 1994
- CHOAY F., *L'allegoria del patrimonio*, Roma 1995.
- MASSIMO D.E., *Heritage conservation economics: a case study from Italy*, in Coccossis H., Nijkamp P., *Planning for Cultural Heritage*, Aldershot, Ashgate, 1995.
- BELLINI A., *A proposito di alcuni equivoci sulla conservazione*, in «TeMa», n. 1 1996.
- DE ANGELIS V., *La logica della complessità*, Milano 1996.
- TRECCANI G. P., *In principio era la cura, medico e restauratore :un paragone a rivisitare*, in «TeMa» n. 3-4 1996.
- BELLINI A., *La pura contemplazione non appartiene all'architettura*, in «TeMa» n. 1 1998.
- CAMUFFO D., *Microclimate for Cultural Heritage*, Elsevier, Amsterdam, 1998.
- FODDE E., *Costruzioni in terra cruda della Sardegna, sostenibilità e conservazione architettonica*, Cagliari 1998.
- DELLA TORRE S., *"Manutenzione" o "Conservazione"? La sfida del passaggio dall'equilibrio al divenire*, in *Ripensare alla manutenzione. Ricerche, progettazione, materiali, tecniche per la cura del costruito*, Atti del XV Convegno "Scienza e Beni Culturali" (Bressanone, 29 giugno- 2 luglio 1999), Venezia 1999.
- ASHLEY-SMITH J., *Risk Assessment for Object Conservation*, Oxford 1999.
- PRACCHI V., *La logica degli occhi. Gli storici dell'arte, la tutela e il restauro dell'architettura tra positivismo e neoidealismo*, Milano-Como, 2000.
- DELLA TORRE S., *Il ciclo produttivo della conservazione programmata*, in «TeMa» n. 3 2001.
- TINÈ S. (a cura di), *Codice di pratica professionale per il restauro delle fronti esterne degli edifici. L'esperienza di Ortigia*, Palermo 2001.
- PIANA M., *Problemi di integrazione con le preesistenze*, in Carbonara G., *Trattato di Restauro Architettonico*, vol. 7 t. I, 2001.
- CARBONARA G., *Testo della lezione tenuta alla X edizione del corso post-lauream, Progettare per tutti senza barriere architettoniche*, Roma 2002 ([www.progettarepertutti.org](http://www.progettarepertutti.org)).
- CICERCHIA A., *Il bellissimo vecchio. Argomenti per una geografia del patrimonio culturale*, Milano, 2002.
- GERMANÀ M. L., *La gestione sostenibile dell'ambiente costruito: la manutenzione dall'edificio alla città*, in FIORE V., DE JOANNA P. (a cura di), *Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development*, Atti del Convegno Internazionale, Napoli 2002.
- MOLINARI C., *Procedimenti e metodi della manutenzione edilizia*, 2002.
- VARAGNOLI C., *Edifici ed edifici: la ricezione del passato nell'architettura italiana 1990-2000*, in «L'industria delle costruzioni», n. 368 2002.
- ALBANI F., ALBASI M., BOLDETTI E., BONACCI F., OPPIOF., *Reversibilità e compatibilità dell'impiantistica nel progetto di conservazione*, in Biscontin G., Driussi G., (a cura di), *La reversibilità nel restauro. Riflessioni*,

Esperienze, Percorsi di Ricerca, Atti del XIX Convegno "Scienza e Beni Culturali" (Bressanone, 1-4 luglio 2003), Venezia 2003.

- CAROTTI A., Sperimentazione monitoraggio e diagnostica strutturale. Conservazione e restauro del patrimonio storico-architettonico, (collana "Quaderni di Innovazione & Hi-Tech in Architettura ed Edilizia") Milano, 2003.
- DAVID P.R., *Il criterio della reversibilità è applicabile al restauro?*, in Biscontin G., Driussi G., (a cura di), La reversibilità nel restauro. Riflessioni, Esperienze, Percorsi di Ricerca, Atti del XIX Convegno "Scienza e Beni Culturali" (Bressanone, 1-4 luglio 2003), Venezia 2003.
- DELLA TORRE S., *Il rispetto dell'esistente e l'irreversibilità dell'azione*, in Biscontin G., Driussi G., (a cura di), La reversibilità nel restauro. Riflessioni, Esperienze, Percorsi di Ricerca, Atti del XIX Convegno "Scienza e Beni Culturali" (Bressanone, 1-4 luglio 2003), Venezia 2003.
- DELLA TORRE S., *La conservazione programmata del patrimonio storico architettonico*, Milano 2003.
- ENGELBREKTSSON N., JÖNSSON J., ROSVALL J., *Application of Integrated Conservation strategies and approaches in different kinds of built-up environments*, in Local Agenda 21 and Work/Agenda 21 Locale e Lavoro. Leonardo da Vinci Programme, European Commission 2003.
- TEUTONICO J.M., MATERO F. (eds.), *Managing Change: Sustainable Approaches to the Conservation of the Built Environment*, proceedings 4<sup>th</sup> Annual US/Icomos International Symposium (Philadelphia 2001), Los Angeles, The Getty Conservation Institute, 2003.
- ARMILLOTTA F., *Conservazione e recupero dell'edilizia storica secondo i criteri della bioedilizia*, in Armillotta F., Palmieri G. (a cura di), *L'architettura bioecologica*, Monfalcone 2004.
- DELLA TORRE S., MINATI G., *Conservazione e manutenzione del costruito*, in «Il Progetto sostenibile», n. 2, 2004.
- KÄFERHAUS J., *Reactivation of Historic natural Ventilation in the Hofburg, Vienna, with Proof of its Functioning by Measuring Campaign and application of the Results in the Schönbrunn Castle*, in European Research of Cultural Heritage, State-of-the-Art Studies, ITAM, 2004.
- AVETA A., *Conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale*, Napoli, 2005.
- AA.VV., *Architectural Heritage and sustainable development of small and medium cities in south mediterranean regions*, Forum Unesco-University of Florence, Firenze 2005.
- AA.VV., *La fruizione sostenibile del bene culturale*, Firenze 2005.
- BOSCO A., SCOGNAMIGLIO A., (a cura di), *Fotovoltaico e riqualificazione edilizia*, Roma 2005.
- CALDERAZZI A., PANNACCIULLI T., *La sostenibilità delle tecniche costruttive tradizionali. Il saper fare e l'arte del costruire nei trattati di architettura. Il caso delle masserie pugliesi in Architectural heritage and sustainable development of small and medium cities in south mediterranean regions*, Forum Unesco-University and Heritage, Firenze 2005.
- CALTABIANO I., Consapevolezza energetica nelle costruzioni tradizionali in area mediterranea. Ingegno e natura al servizio dell'abitare, in *Architectural heritage and sustainable development of small and medium cities in south mediterranean regions*, Forum Unesco-University and Heritage, Firenze 2005.
- DELLA TORRE S., *L'integrazione dei sistemi culturali come strumento di tutela pro-attiva. Un'esperienza in corso intorno all'Isola Comacina*, in «Arkos» n. 10, 2005.

- GERMANÀ M. L., *La sostenibilità inconsapevole del costruito rurale tradizionale: l'esempio della masseria siciliana*, in *Architectural heritage and sustainable development of small and medium cities in south mediterranean regions*, Forum Unesco- University and Heritage, Firenze 2005.
- ICOMOS, *Monuments and Sites in their Setting: Conserving Cultural Heritage in Changing Townscapes and Landscapes*, Proceedings of Icomos 15th General Assembly and Scientific Symposium (Xi'an, China, 17-21 october 2005), Icomos 2005.
- MINUTOLI G., *I quartieri estivi nei palazzi fiorentini: dalla tecnica ai piacevoli effetti*, in Pironi A., (a cura di), *Risvegliare i sensi*, Firenze 2005.
- MORETTI G., BORI D., *La casa di Hatra. Uso delle risorse ambientali e climatiche nella tradizione abitativa mediterranea*, Bologna 2005.
- RODWELL D., *Conservation and Sustainability in Historic Cities*, Oxford 2005.
- CHANG TING FA M., PICCININI L.C., MARZANO G., BAROCCHI R., *Valorizzazione e tutela dell'architettura vernacolare*, Udine 2006.
- DELLA TORRE S., *Programmare la conservazione: valore culturale e sostenibilità*, in AA.VV., *La fruizione sostenibile del bene culturale*, Firenze, 2006.
- DI BATTISTA V., GIALLOCOSTA G., MINATI G., *Architettura e approccio sistemico*, Monza, 2006.
- FUSCO GIRARD L., *Verso una nuova economia della conservazione del patrimonio artistico edificato*, sta in FUSCO GIRARD L., *Innovative strategies for urban heritage conservation, sustainable development, and renewable energy*, in "Global Urban Development Magazine" Volume 2, Issue, 1 March 2006.
- GASPAROLI P., TALAMO C., *Manutenzione e recupero*, Firenze, 2006.
- MASSIMO D. E., *Valutazione dell'insediamento storico per la valorizzazione e lo sviluppo sostenibile: stima tassonomica e valore culturale* in Quaderni del Dipartimento Patrimonio Architettonico e Urbanistico, anni XV-XVI, n. 29-30, gennaio-dicembre 2006.
- CANZIANI A., TURATI F. P., *Il patrimonio inaffidabile: la sfida della conservazione programmata*, in FIORE V. (a cura di), *La cultura della manutenzione del progetto edilizio e urbano*, Siracusa 24-25 maggio 2007.
- DE SANTOLI L., *Gli aspetti energetici nella conservazione dei beni culturali*, in Trattato di restauro architettonico, diretto da G. Carbonara, Primo aggiornamento, Grandi temi di restauro, Torino 2007.
- DELLA TORRE S., GASPAROLI P., *La definizione di manutenzione contenuta nel Codice dei Beni Culturali un'analisi del testo e delle sue implicazioni. Riferimenti e confronto con le attività manutentive sul costruito diffuso*, in FIORE V. (a cura di), *La cultura della manutenzione del progetto edilizio e urbano*, Siracusa 24-25 maggio 2007.
- FERRARI F., PANCALDI A., *Efficienza energetica. Nuove tecnologie. L'indagine termografica ed il rilievo integrato a supporto degli interventi di indagine per la manutenzione ed il monitoraggio edilizio*, in «Recupero e conservazione», n. 77 2007.
- FUSCO GIRARD L., *La conservazione sostenibile del patrimonio culturale e la manutenzione*, in Fiore V. (a cura di), *La cultura della manutenzione del progetto edilizio e urbano*, Siracusa 24-25 maggio 2007.
- GIAMBRUNO M. (a cura di), *Per una storia del restauro urbano. Piani, strumenti e progetti per i centri storici*, Novara 2007.



- MINOSI V., *La «Conservazione programmata» del patrimonio architettonico vincolato dagli Enti locali*, in FIORE V. (a cura di), *La cultura della manutenzione del progetto edilizio e urbano*, Siracusa 24-25 maggio 2007.
- RAVA P., *Efficienza energetica. Soluzioni pratiche nel recupero dell'edilizia storica*, in «Recupero e conservazione», n. 78 novembre/dicembre 2007.
- VECCO M., *L'evoluzione del concetto di patrimonio culturale*, Milano 2007.
- AA.VV., *Architettura e Energia. La ristrutturazione energetica degli edifici dei centri storici dalla scala urbana a quella edilizia*, Convegno (Rimini, 4 giugno 2008).
- AA.VV., *Technologies Exploitation for the Cultural Heritage Advancement*, International forum and Brokerage event (Roma, 10-11 Marzo 2008).
- DELLA TORRE S., *Non applicare le regole per conservare meglio*, in «Arketipo» n. 20, 2008.
- ENGLISH HERITAGE, *Energy heritage. A guide to improving energy efficiency in traditional and historic homes*, 2008.
- ENGLISH HERITAGE, *Energy conservation in traditional buildings*, English Heritage, London, 2008.
- GASPAROLI P., *Gestire il costruito tra "restauro" e regolazione del mutamento: il contributo disciplinare delle tecnologie dell'architettura*, in Biscontin G., Driussi G., (a cura di), *Restaurare i restauri. Metodi, compatibilità, cantieri*, Atti del XXIV Convegno "Scienza e Beni Culturali" (Bressanone, 24-27 giugno 2008), Venezia 2008.
- RAVA P., *Tecniche costruttive per l'efficienza energetica e la sostenibilità*, Santarcangelo di Romagna, 2008.
- VECCHIATTINI R., *Compatibilità tra materiali e sostenibilità delle scelte progettuali nel restauro architettonico*, in Biscontin G., Driussi G., (a cura di), *Restaurare i restauri. Metodi, compatibilità, cantieri*, Atti del XXIV Convegno "Scienza e Beni Culturali" (Bressanone, 24-27 giugno 2008), Venezia 2008.
- BALOCCO C., FARNETI F., MINUTOLI G., (a cura di), *I sistemi di ventilazione negli edifici storici. Palazzo Pitti a Firenze e palazzo Marchese a Palermo*, Firenze 2009.
- BALOCCO C., GRAZZINI G., *Natural Ventilation in Historical Buildings. A Case Study in Palermo*, Journal of cultural Heritage, vol.10, n.4, 2009.
- CANZIANI A. (a cura di), *Conservare l'architettura. Conservazione programmata per il patrimonio architettonico del XX secolo*, Milano 2009.
- CANZIANI A., SCALTRITTI M., *L'approccio prestazionale alla risorsa culturale*, in «Il progetto sostenibile», n. 22-23, 2009.
- DALL'O' G., GALANTE A., RUGGIERI G., *Guida alla valorizzazione energetica degli immobili*, Milano 2008.
- DELLA TORRE S., *Nuove tendenze nel segno della conservazione integrata*, in «Il Progetto sostenibile», n. 22-23, 2009.
- DE VITA M., NERI V., *Restauro e sostenibilità*, in «Il progetto sostenibile», n. 22-23, 2009.
- FATTOR S., *Obiettivo 2008: risanare le preesistenze a costo zero*, in «CasaClima» n. 1, 2009.
- FEIFFER C., *Compatibilità tra conservazione e sostenibilità*, L'Editoriale in «Recupero e Conservazione», n. 87-88 2009.
- MONTELLA M., *Valore e valorizzazione del patrimonio culturale storico*, Milano 2009.

- BALZANI M., *Efficienza energetica*, in «Recupero e conservazione», n. 89 2009.
- DALLA NEGRA R., *Questioni di metodo nello studio degli aggregati urbani. Riflessi per la disciplina del restauro*, in VARAGNOLI C., (a cura di), *Muri parlanti*. Prospettive per l'analisi e la conservazione dell'edilizia storica, Atti del Convegno (Pescara 26-27 Settembre 2008), Firenze 2010.
- DELLA TORRE S., *Sostenibilità e conservazione di fronte al mito dell'efficienza energetica*, in «ANANKE» n. 60, maggio 2010.
- DELLA TORRE S., PIANEZZE F., PRACCHI V., *Efficienza energetica e patrimonio architettonico: stato dell'arte e prospettive di ricerca*, in «Arkos» n. 23, 2010.
- RATTAZZI A., POLIDORO C., *La calce nel sistema LEED. Un materiale antico con un futuro verde e sostenibile*, in «Recupero e conservazione», n. 90, 2010.
- DALLA NEGRA R., AMBROGIO K., ZUPPIROLI M., *Miglioramento dell'efficienza energetica in sistemi aggregati di edilizia storica: tra istanze conservative e prestazionali*, in Davoli P., *Il recupero energetico ambientale del costruito*, Santarcangelo di Romagna, 2010.
- DESOGUS G., MURA S., RICCIU R., SANNA A., *La diagnosi energetica per l'efficientamento degli edifici residenziali esistenti* (Atti del Convegno ATI 2010).
- VARAGNOLI C., (a cura di), *Muri parlanti*. Prospettive per l'analisi e la conservazione dell'edilizia storica, Atti del Convegno (Pescara 26-27 Settembre 2008), Firenze 2010.
- ADHIKARI R., LONGO E., PRACCHI V., ROGORA A., ROSINA E., SCHIPPA G., *Efficienza energetica e conservazione*, in Biscontin G., Driussi G., (a cura di), *Governare l'innovazione, processi, strutture, materiali e tecnologie tra passato e futuro. Metodi, compatibilità, cantieri*, Atti del XXVII Convegno "Scienza e Beni Culturali" (Bressanone, 21-24 giugno 2011), Venezia 2011.
- DE SANTOLI L., MARIOTTI M., *Ventilazione naturale*, Palermo 2011.
- FABBRI K., AMBROGIO K., ZUPPIROLI M., *Il miglioramento dell'efficienza energetica dell'edilizia preindustriale di base: approccio conoscitivo e strumenti innovativi per il governo delle trasformazioni*, in Biscontin G., Driussi G., (a cura di), *Governare l'innovazione, processi, strutture, materiali e tecnologie tra passato e futuro. Metodi, compatibilità, cantieri*, Atti del XXVII Convegno "Scienza e Beni Culturali" (Bressanone, 21-24 giugno 2011), Venezia 2011.
- DE VITA M. (a cura di), *Città storica e sostenibilità*, Firenze, 2012.
- PIANEZZE F., *L'obiettivo del miglioramento dell'efficienza energetica nel processo di conservazione del costruito storico*, Tesi di dottorato in "Progetto e tecnologie per la valorizzazione dei beni culturali" XXIV ciclo, Politecnico di Milano, anno 2009-2012.

### **Impiantistica , intervento sul costruito e sostenibilità**

- DAVOLI P., *Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale*; Firenze, 1993.
- AVETA A., *Tecniche per il restauro. Problemi di umidità negli edifici monumentali*, Napoli, 1996.
- ROGORA A., *La simulazione del comportamento termico degli edifici*, in Faconti D., Piardi S., (a cura di), *La qualità ambientale degli edifici*, Rimini, 1998.

- CARBONARA G., *Trattato di restauro architettonico*, voll. 5/7, Restauro Architettonico e Impianti, Torino, 2001.
- SALA M. (a cura di), *L'integrazione architettonica del fotovoltaico: Casi studio di edifici pubblici in Toscana*. Firenze 2002.
- DALL'O' G., *Gli impianti nell'Architettura e nel restauro*, UTET, Torino, 2003.
- CAMUFFO D., *Il riscaldamento delle chiese e la conservazione dei beni culturali. Guida all'analisi dei pro e dei contro dei vari sistemi di riscaldamento*, Milano, 2007.
- CORRADO M. E., *Possibilità di impiego per il restauro e nel recupero insediativo di sistemi alimentati da energie rinnovabili con particolare riferimento al fotovoltaico*, (Tesi di dottorato in "Riqualificazione insediativa e recupero urbano", Facoltà di Architettura Valle Giulia, La Sapienza, Roma, XIX ciclo) 2007.
- ROSINA E., SUARDI G., *L'adeguamento impiantistico in edifici storici: procedure per il controllo degli effetti sulle superfici interne* (12a Conferenza nazionale AIPND), Milano 2007.
- BASCIU M., LOGGIA C., TRAMONTIN V., *Criteri, metodi di calcolo e criticità normative per il recupero sostenibile degli edifici*, in *Il progetto sostenibile*, n. 22/23 luglio 2009.
- FERRARI S., *Procedure di calcolo semplificate e valutazioni dinamiche*, in «Costruire in laterizio», n. 131, settembre/ottobre 2009.
- LUCCHI E., *Tutela e valorizzazione: diagnosi energetica e ambientale del patrimonio culturale*, Santarcangelo di Romagna, 2009.
- SCOGNAMIGLIO A., BOSISIO P., DI DIO V., *Fotovoltaico negli edifici. Dimensionamento, progettazione e gestione degli impianti*, Milano, 2009.
- LUCCHI E., *Il "sistema cappotto"*, in «modulo» n. 357, dic. 2009/gen. 2010.

### **Normativa, linee guida e sostenibilità**

- BALLARDINI R., *Normativa tecnica. Regole del restauro, sicurezza e livelli di rischio accettabili*, sta in ASS.I.R.C.CO, V Congresso Nazionale, *Il restauro delle costruzioni tra le ragioni della conservazione e quelle della statica*, Orvieto, 22-24 Maggio 1997, Roma, 1997.
- PRACCHI V., *Conservazione e normativa*, in «TeMa», n. 1, 1998.
- BERTOLDO P., *La valutazione della sicurezza equivalente nel progetto di conservazione*, in «TeMa», n. 1, 2001.
- LONGHI G., *Linee guida per una progettazione sostenibile*, Roma, 2003.
- ENGLISH HERITAGE, *Building Regulations and Historic Buildings. Balancing the needs for energy conservation with those of building conservation: an Interim Guidance Note on the application of Part L*, 2004.
- PICONE R., *Conservazione e accessibilità: il superamento delle barriere architettoniche negli edifici e nei siti storici*, Napoli, 2004.
- SUIT, *Sustainable development of Urban historical areas through an active Integration within Towns, Guidance for the Environmental Assessment of the impacts of certain plans, programmes or projects upon*

the heritage value of historical areas, in order to contribute to their long-term sustainability, (<http://www.suitproject.net>) 2004.

- AA.VV., *Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale*, Roma, 2006.
- BALZANI M., PREARO G., BIZZARRI G., *Efficienza energetica. Dal D.Lgs. 192/2005 al D. Lgs 311/2006, sino al traguardo dell'iter delle linee guida* in «Recupero e conservazione», n. 76 2007.
- NORFOLK COUNTY COUNCIL, *Making Old Buildings Energy Efficient*, 2007.
- TECHNICAL CONSERVATION, RESEARCH AND EDUCATIONAL GROUP\_HISTORIC SCOTLAND, *Conversion of Traditional Buildings: Application of the Scottish Building Standards\_Part 1&2*, Edinburgh 2007.
- AA.VV., *Linee guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale*, Roma, 2008.
- APAT, *Study for the development of European ecolabel criteria for buildings*, 2008.
- BARESI E., *Energia e sostenibilità in edilizia*, in «Arketipo» supplemento n. 2, 2008.
- NYPAN T.M., *The Energy Efficiency Directive 93/76/EEC; rehabilitation or change of windows?*, in Newsletter n.10, Working Group on EU Directives and Cultural Heritage, 2008.
- VERDESCA D., *Finanziaria 2008. Sgravi fiscali e certificazione energetica*, in «Arketipo» n. 21, 2008.
- VIVOLI F. P., ZINZI M. (a cura di), *Energia efficiente per l'edificio. Normativa e tecnologie*, Ed. ENEA, Roma 2008.
- GAMBERALE M., *Riqualificare energeticamente*, in «Arketipo» n. 30, gennaio/febbraio 2009.
- ROCHE G., *Prontuario operativo per la certificazione energetica, L'edificio esistente*, Rimini, 2009.
- Agenzia CASA CLIMA Srl, *Direttiva tecnica CasaClima*, Marzo 2010.
- DALL'O' G., GAMBERALE M., SILVESTRINI G. (a cura di), *Manuale della certificazione energetica degli edifici: norme, procedure e strategie d'intervento*, Milano, 2010.
- GUGLIELMINO D., GRIGINIS A. P., *Leed, Itaca, soprattutto Green*, in «modulo» n. 361, 2010.

## Interventi di miglioramento energetico sul costruito

- ASDRUBALI F., *Misura della resistenza termica di pareti in muratura*, LVI Congresso nazionale ATI Napoli 2001
- QUAQUARO B., *Scienza, memoria e modernità. Groenhof Castle* in «L'arca plus» n. 35, 2002.
- FRANCESE D., BARBATO D., *Recupero e manutenzione ambientale in un antico casale a Pompei*, in FIORE V. (a cura di), *La cultura della manutenzione del progetto edilizio e urbano*, Siracusa 24-25 maggio 2007.
- SAMYN AND PARTNERS, *Recupero sostenibile di un edificio storico nelle Fiandre* in «L'industria delle costruzioni», n. 393, 2007.
- GALLETTA M., *Da orangerie a cubo d'oro, la residenza Kofler a Bolzano*, in «Recuperare l'edilizia» n. 59, 2009.
- ZAPPA A., *Vecchio, bello ed efficiente*, in «Costruire», n. 312, 2009.
- DAVOLI P., *Il restauro energetico-ambientale degli edifici storici. Un percorso progettuale tra antichi saperi, costruzioni tutelate e tecnologie innovative (parte prima)*, in «Recupero e conservazione», n. 90, 2010.

- DEL CURTO D., MANFREDI C., PERTOT G., PRACCHI V., ROSINA E., VALISI L., Prevenire il degrado da umidità dopo il restauro. Soluzioni impiantistiche per il controllo del microclima presso l'Oratorio di S. Stefano a Lentate sul Seveso in Biscontin G., Driussi G., (a cura di), Pensare la prevenzione, manufatti, usi, ambienti, Atti del XXIV Convegno "Scienza e Beni Culturali" (Bressanone, 13-16 luglio 2010), Venezia 2010.
- Quentin de Hulst Energy, Refurbishment of Heritage Buildings: (<http://www.rics.org/NR/rdonlyres/E3A8402E-05FA-44D9-9257-8C859D4FC25D/0/11QuentindeHulst.pdf>).
- ([http://www.agenziacasaclima.it/fileadmin/user\\_upload/Tagung.pdf/Tagung\\_Roma\\_2008/Benedikter\\_Manuel\\_Efficienza\\_nella\\_riqualificazione\\_i\\_principi\\_e\\_le\\_applicazioni\\_nell\\_edilizia.pdf](http://www.agenziacasaclima.it/fileadmin/user_upload/Tagung.pdf/Tagung_Roma_2008/Benedikter_Manuel_Efficienza_nella_riqualificazione_i_principi_e_le_applicazioni_nell_edilizia.pdf)).
- DAVOLI P., *Il restauro energetico-ambientale degli edifici storici*. Un percorso progettuale tra antichi saperi, costruzioni tutelate e tecnologie innovative (parte seconda), in «Recupero e conservazione», n. 91, 2010.
- CALZOLARI M., *Riqualificazione energetica nell'edilizia storica*, in «Recupero e conservazione», n. 92, 2010.
- BELPOLITI P., *Recupero tecnologico ed energetico dell'edilizia esistente*, in «Recupero e conservazione», n. 93, 2010.
- MAGAROTTO L., *Riqualificazione di un rifugio alpino*. L'esperienza di Roda di Vael, in «Recupero e conservazione», n. 94, 2010.
- BORIANI M., GIAMBRUNO M., GARZULINO A., *Studio, sviluppo e definizione di schede tecniche di intervento per l'efficienza energetica negli edifici di pregio*, 2011, ([www.enea.it](http://www.enea.it))
- RINALDI A., *Il recupero carbon zero dell'edilizia storica*, in «Recupero e conservazione», n. 94, 2010.
- BERTANINI F., *Più energia in fondo*, in «Costruire», n. 335, 2011.
- MARANZANA C., ZAPPA A., *La Storia infinita*, in «Costruire», n. 335, 2011.
- RAVA P., *Un restauro bio-energetico per la tutela e la qualità del manufatto storico*. Restauro di un ex complesso conventuale a Faenza, Ravenna, in «Architetti. Progetto e immagine digitale.com» n. 34, gennaio 2011. ([www.architetti.com](http://www.architetti.com)).
- RAVA P., *La qualità energetica del manufatto storico: recupero e restauro*, in «L'Ufficio Tecnico» n. 9, 2011.
- RONCHI A., *Il villaggio di Crespi D'Adda, Il miglioramento delle prestazioni energetiche in contesti edificati storici di scala microurbana attraverso un caso di studio*, in «Recupero e conservazione», n. 98-99, 2011.
- ZAPPA A., *Vecchi edifici Nuova energia*, in «Costruire», n. 338, 2011.



## BIBLIOGRAFIA PER IL CASO STUDIO:

### Studi su Piazza Armerina:

- VIOLLET-LE-DUC E.E., *Lettres d'Italie 1836-1837 adressés à sa famille*, Parigi, 1971.
- CHIARANDA' G.P., *Piazza, città di Sicilia, antica, nuova, sacra e nobile*, Messina 1654.
- AMICO V., *Dizionario topografico della Sicilia*, a c. di G. Di Marzo, 2 voll., Palermo 1855-56.
- ROCCELLA A., *Storia di Piazza Armerina dalla sua fondazione al 1878*, vol. III, manoscritto inedito.
- PARESC E., *Usi civici di Piazza Armerina. Relazione storico-giuridica*, 1926-1936, dattiloscritto inedito.
- CORBO C., *Programma di fabbricazione del Comune di Piazza Armerina, Relazione aggiuntiva e calcoli di dimensionamento*, 1970.
- NIGRELLI I., *Piazza Armerina medievale, Note di vita artistica, sociale e culturale del XII al XV secolo*, Palermo, 1983.
- VILLARI L., *Storia Ecclesiastica della città di Piazza Armerina*, Messina, 1988.
- VILLARI L., *Storia della città di Piazza Armerina, capitale dei Lombardi di Sicilia*, III ed., Piacenza, 1987.
- NIGRELLI I., *Piazza Armerina l'ambiente naturale, la storia la vita economica e sociale*, Palermo, 1989.
- OLIVA R., *Piazza Armerina medievale*, in Demetra n. 2, Semestrale degli Architetti di Enna, Palermo, 1992.
- CARTA M., *Pianificazione territoriale e urbanistica. Dalla conoscenza alla partecipazione*, Palermo, 1997.
- BUSCETTA A., COLAJANNI B., MAZZOLA A., *Piano Regolatore Generale del Comune di Piazza Armerina. Relazione*, 1985.
- NIGRELLI I., *Viaggiatori Stranieri a Piazza Armerina e nella Sicilia Interna*, Piazza Armerina, 1990.
- NIGRELLI F. C., *Strumenti concertativi, sviluppo sostenibile e ruolo degli urbanisti*, in Europa e Mediterraneo, Pre-print della XVIII Conferenza italiana di scienze regionali (Siracusa 8-11 ottobre 1997), Palermo, 1997, vol. II, pp. 533-553.
- DATO G., *Schema di massima del PRG della città di Piazza Armerina, Relazione*, 1999.
- GAGLIANO C., *"Energia e informazione nella valorizzazione dei centri storici"*. tesi di laurea in Ingegneria dell'Ambiente, Università di Catania, Relatore: Prof. Salvatore Giuffrida, 2009.
- NIGRELLI I., *La Storia Onesta. Saggi di storia medievale su Augusta, Gela e Piazza*, Siracusa, 2010.
- PENSABENE P. (a cura di), *Piazza Armerina Villa del Casale e la Sicilia tra tardoantico e medioevo*, Roma, 2010.
- NIGRELLI F. C., *Lo spazio perduto. Trasformazioni urbane e modernizzazione a Piazza nel XIX secolo*, in corso di stampa.
- COLLETTA S., *"La chiesa di S. Anna a Piazza Armerina. Studi e ipotesi di progetto"*. tesi di laurea della Facoltà di Architettura di Siracusa, Università di Catania, Relatore: Prof. Maria Rosaria Vitale, Correlatore: Prof. Eugenio Magnano di San Lio, 2012.

### Studi sulle tecniche costruttive in Sicilia:

La disamina dei testi sulle tecniche costruttive siciliane è stata compiuta con l'obiettivo di circoscrivere un'area omogenea in relazione alla pratica del costruire relativa al territorio di Piazza Armerina. Appurato il fatto che non si conoscono studi specifici sull'area in questione, gli scritti esaminati sono maggiormente relativi all'area geografica della Sicilia orientale pur non tralasciando qualche approfondimento sugli studi palermitani.

- TROMBINO G., *Materiali, tecniche e tipologie edilizie nei nuovi insediamenti della Sicilia occidentale*, in Maria Giuffrè (a cura di), *Città nuove di Sicilia, XV-XIX secolo. 1. Problemi, metodologia, prospettive della ricerca storica. La Sicilia occidentale*, Palermo, 1979.
- ALESSANDRO F., BARBERA S., MARGANI L., SALEMI A., *La problematica tecnico-costruttiva nei centri storici. Proposte metodologiche e applicazioni al Centro Storico di Catania*, Documenti dell' I.D.A.U n. 12, Catania, 1981.
- CASCONI S., FRANCALANZA E., *Metodo Statistico per componenti, Le coperture del centro storico di Catania, Indagine tecnico-costruttiva e stima dei costi di ripristino*, in: Luigi Margani e Angelo Salemi, *Materiali e tecniche costruttive della tradizione siciliana, tre studi su Catania*, Documenti dell' I.D.A.U n. 16, Catania, 1988.
- FIANCHINO C., *Schede tecniche delle principali pietre della Sicilia Orientale*, in *Le Pietre nell'Architettura*, Documenti dell' I. D. A. U n., Catania, 1988.
- MARGANI L., SALEMI A., *Materiali e tecniche costruttive della tradizione siciliana, tre studi su Catania*, in Documenti dell' I. D. A. U n. 16, Catania, 1988.
- PAGELLO E., *Architettura minore a Catania all'inizio del secolo, Un caso studio: Picanello*, Documenti dell' I.D.A.U n. 3, Catania, 1990.
- DE FELICE G., PUGLIANO A., *Il lessico costruttivo dell'edilizia storica*, in Giuffrè' A. (a cura di), *Sicurezza e conservazione dei centri storici. Il caso Ortigia. Codice di pratica per gli interventi antisismici nel centro storico*, Roma-Bari, 1993.
- CAROCCI C., *Caratteri formali e materiali dei partiti architettonici*, in Giuffrè' A. (a cura di), *Sicurezza e conservazione dei centri storici. Il caso Ortigia. Codice di pratica per gli interventi antisismici nel centro storico*, Roma-Bari, 1993.
- GIUFFRÈ' A. (a cura di), *Sicurezza e conservazione dei centri storici. Il caso Ortigia. Codice di pratica per gli interventi antisismici nel centro storico*, Roma-Bari, 1993.
- SCIUTO G., *L'integrazione del sistema impiantistico nella apparecchiatura costruttiva*, in Documenti dell' I.D.A.U n. 12, Catania, 1995.
- VALENTI R., *Il disegno delle qualità di un ambito urbano: il rilievo di una porzione del centro storico di Catania*, Catania 1995.
- EMMI D., REALINI M., *Studi e ricerche sui materiali della ricostruzione*, in: Boscarino S., Giuffrè' M., (a cura di), *Storia e restauro di architetture siciliane, Storia Architettura*, N.S, 1996, 2.
- M. T. CAMPISI, *Materiali e tecniche secondo le fonti documentari*, in Giovanetti F. (a cura di), *Manuale del recupero del centro storico di Palermo*, Palermo, 1997.
- GIOVANETTI F. (a cura di), *Manuale del recupero del centro storico di Palermo*, Palermo, 1997.

- FIANCHINO C., SCIUTO G., *Materiali procedimenti e costi della ricostruzione nel '700 in Sicilia*, Roma, Gangemi Editore, 1999.
- CASCONE S., *Le finestre di Catania, esempi costruttivi*, Roma, Gangemi Editore, 2000.
- CAMPISI M. T., *Lettura del costruito storico*, in: TINE' S. (a cura di), *Codice di pratica professionale per il restauro delle fronti esterne degli edifici. L'esperienza di Ortigia*, Palermo, 2001.
- FIANCHINO C., SCIUTO G., *Le tradizioni del costruire nel territorio siciliano: innovazioni tecnologiche e riuso dei materiali tradizionali per la salvaguardia del contesto ambientale*, in Atti del Convegno Nazionale «Tradizioni del costruire nel territorio nazionale», Bologna, 25-26 ottobre 2001.
- DI CHIO A., *Villa Bonajuto a Catania. Architettura e tecniche costruttive tra il XIX e il XX secolo*, Napoli, Luciano Editore, 2002.
- BILLECI B., *Lo stato dell'arte in Sicilia*, in Fiengo G., Guerriero L. (a cura di), *Atlante delle tecniche costruttive tradizionali. Lo stato dell'arte, i protocolli della ricerca. L'indagine documentaria*, Atti del I e del II Seminario Nazionale, Napoli, 2003, pp. 98-105.
- FIANCHINO C., SCIUTO G., SPINA R., *Tipi edilizi a Catania. Evoluzione tipologica e tecniche costruttive* in Atti del Convegno Internazionale «Teoria e pratica del costruire: saperi, strumenti, modelli», Ravenna 27 – 29 ottobre 2005.
- ABBATE A., ANTONELLI F., BACCALLE SCUDELER L., CANCELLIERE S., LAZZARINI L., MANNUCCIA F., *La pietra di Piazza Armerina (EN): origine, caratteristiche fisico-meccaniche e degrado, con un esempio di studio* in Gattuso C., Mirocle Crisci G. (a cura di), *Archeometria del costruito storico: materiali, strutture e rischio sismico*, collana "Scienze e materiali del patrimonio culturale", 9, pubblicazioni del Centro Universitario Europeo per i Beni Culturali, Bari, 2006.
- FIANCHINO C., SCIUTO G., PATTI G., CATALDO A., *Ipotesi per un manuale di recupero dell'edilizia di base*, in Atti del Convegno Internazionale «Le tradizioni del costruire e il riuso dei centri storici: il riuso del centro storico di Noto», Noto 4-5 Ottobre 2002, Ed. Il Lunario, Enna, 2006.
- MARGANI L., *Le murature antiche e i principi di forma, geometria, decorazione, costruzione, stabilità*, Caltanissetta, 2006.
- FIANCHINO C., SCIUTO G., FIORENTINO S., *Il processo tipologico nella ricostruzione delle città della Sicilia Orientale*, in Dell'Acqua A.C., Degli Espositi V., Mochi G. (a cura di), *Linguaggio edilizio e sapere costruttivo*, Monfalcone, 2008.

## SITOGRAFIA:

- <http://www.agenziacasaclima.it>
- <http://www.aper.it>
- <http://www.apre.it>
- <http://www.anit.it>
- <http://www.architetti.com>
- <http://www.assform.it>
- <http://www.a21l.sicilia.it>
- <http://www.arpa.it>
- <http://www.ati.it>
- <http://www.ceer-eu.org>
- <http://www.centroabita.unifi.it/mdswitch.html>
- [http://www.certificatori\\_energetici.net](http://www.certificatori_energetici.net)
- <http://www.climaenergia.it/>
- <http://www.crest.org>
- <http://www.CTI2000.it>
- <http://www.eea.eu.int>
- <http://europa.eu.int>
- [http://europa.eu.int/comm/dgs/environment/index\\_it.htm](http://europa.eu.int/comm/dgs/environment/index_it.htm)
- <http://www.eceee.org>
- <http://www.eco-planet.com>
- [http://www.efficienzaenergetica.acs\\_enea.it](http://www.efficienzaenergetica.acs_enea.it)
- <http://www.enea.it>
- <http://www.enegheiamagazine.it>
- <http://www.ediproject.it>
- <http://www.eurosolaritalia.org>
- <http://www.fincoweb.org>
- <http://www.gazzettaufficiale.it>
- <http://www.gurs.regione.sicilia.it>
- <http://www.naturaldomus.it>
- <http://www.patrimonioculturale.enea.it>
- <http://www.prog-res.it>
- <http://www.regionesicilia.it>
- <http://www.riqualficazioneenergetica.org>
- <http://www.riqualficazioneenergetica.info>
- <http://www.rockwool.it>
- <http://www.casakyoto.eu>
- <http://www.progettarepertutti.org>

- [http://www.provincia.bz.it/acque-energia/download/Preistraeger\\_2008.pdf](http://www.provincia.bz.it/acque-energia/download/Preistraeger_2008.pdf)
- <http://www.english-heritage.org.uk>
- <http://www.rics.org>
- <http://www.ser.org>
- <http://www.nemesi.net>
- <http://www.nps.gov/index.html>
- <http://www.cato.org/testimony7ct-pm072998.html>
- <http://www.norfolksashwindows.co.uk>
- <http://www.energysavingtrust.org.uk>
- <http://www.sustainablehomes.co.uk>
- <http://www.suitproject.net>